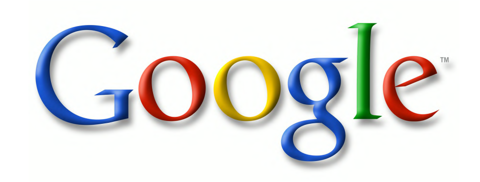










Peint par Ant. Coypel. — *Gravé par Ph. Simonneau Grav.r ord.re du Roy.*

HISTOIRE
DE
L'ACADEMIE
ROYALE
DES SCIENCES.

ANNÉE M. DCCXXXVIII.

Avec les Mémoires de Mathématique & de Physique, pour la même Année,

Tirés des Registres de cette Académie.



A PARIS,
DE L'IMPRIMERIE ROYALE.

M. DCCXL.

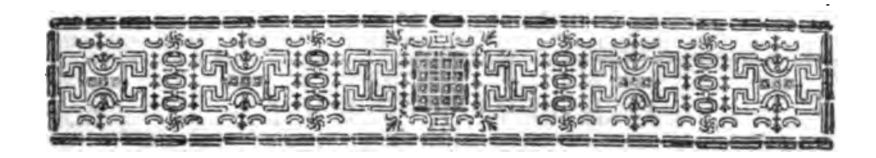


TABLE POUR L'HISTOIRE.

PHYSIQUE GENERALE.

ANATOMIE.

CHIMIE.

BOTANIQUE.

TABLE.





TABLE
POUR
LES MÉMOIRES.

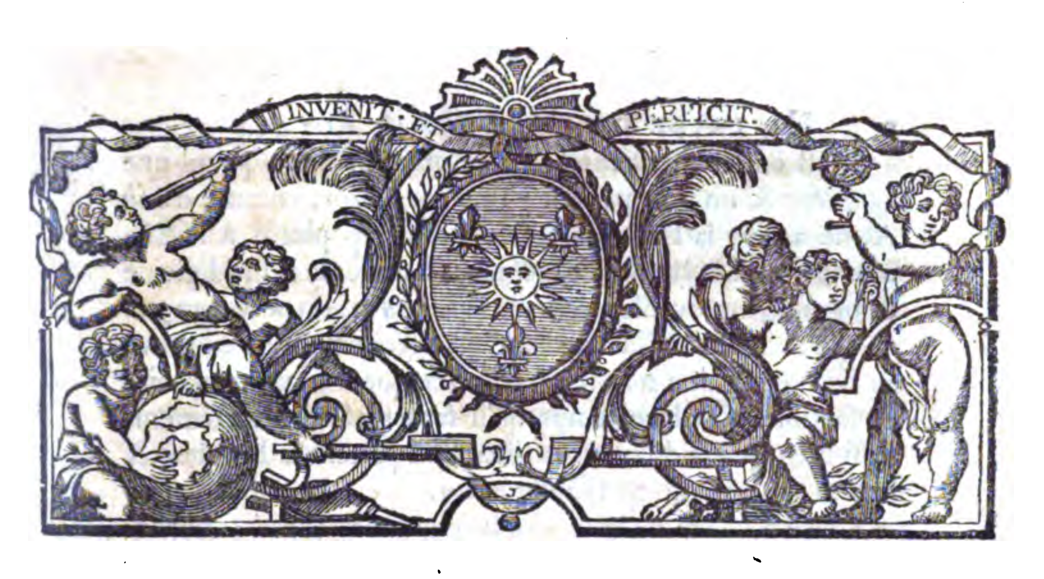
* iij

TABLE.

TABLE.



HISTOIRE



HISTOIRE
DE
L'ACADEMIE ROYALE
DES SCIENCES.

Année M. DCCXXXVIII.

PHISIQUE GENERALE.

SUR LA VISTESSE DU SON.

IL y a déja long-temps que l'Académie avoit déterminé par des expériences, que la vîtesse du Son est de 180 Toises par Seconde; mais d'autres Compagnies ou des Sçavants particuliers ayant trouvé aussi par des expériences, que cette vîtesse étoit un peu trop grande, l'Académie, qui ne se picque point d'infaillibilité, se résolut volontiers à recommencer de nouveau tout ce travail. * V. les M. p. 128.

Il eſt entiérement fondé ſur ce principe, que quand une Lumiére & un Son partent en même temps, comme d'une Arme à feu, la Lumiére arrive beaucoup plûtôt à l'Œil, que le Son à l'Oreille, & même qu'à cauſe de la prodigieuſe & preſque incroyable vîteſſe de la Lumiére, on peut compter qu'elle arrive à l'Œil dans l'inſtant précisément qu'elle part, au lieu que le Son n'arrive à l'Oreille que dans un temps fini & ſenſible. C'eſt ce temps qu'il faut meſurer exactement, auſſi-bien que la diſtance du lieu d'où partent la Lumiére & le Son au lieu où eſt l'Obſervateur.

Cette diſtance ne peut être trop grande, elle n'eſt bornée que par la portée de l'Œil de l'Obſervateur & par celle de ſon Oreille. Plus elle ſera grande, plus le temps employé par le Son ſera long, & moins par conſéquent les petites erreurs qui peuvent ſe gliſſer dans la meſure de ce temps, ſeront importantes.

Nous ſuppoſons ici qu'on tire un Canon dans l'un des deux Lieux, & qu'on obſerve dans l'autre; mais ſuppoſé qu'on tire, & qu'on obſerve dans l'un & dans l'autre ſelon un ordre dont on ſera convenu, on verra ſi le Son n'a point employé plus de temps à faire le même chemin d'un côté que de l'autre, ce qui eſt fort poſſible, en cas que le Vent hâte ou retarde le mouvement du Son, ſelon qu'il eſt favorable ou contraire, & l'on ſçaura de combien ce mouvement peut être hâté ou retardé par un Vent d'une certaine force.

Et même, quoique de l'un de ces deux Lieux, qu'on peut appeller *réciproques*, à l'autre il ſoufflât un grand Vent, on pourroit, ſans y avoir aucun égard, déterminer la vîteſſe du Son abſoluë, en prenant la moitié de la ſomme des deux temps employés par le Son, en allant du 1er au 2^d & du 2^d au 1er, pourvû que la ligne droite qui les joindroit, fût dans la direction du Vent ou à peu-près; car il eſt clair qu'autant que le Son auroit été hâté en allant en un ſens, autant il auroit été retardé en allant de l'autre, & par conſéquent la moitié des deux ſommes ſeroit ſa vîteſſe naturelle & ſans altération.

Les deux Lieux réciproques étant les plus éloignés qu'il se pourra, il est à propos qu'il y ait un 3me lieu intermédiaire sur la même ligne, ou à peu-près, & réciproque aussi. Le chemin total que faisoit le Son étant par-là coupé en deux parties d'une longueur connuë, on verra si ces deux parties seront proportionnelles aux temps employés à les parcourir, ce qui emporteroit que la vîtesse du Son seroit uniforme, la même au commencement & à la fin, ce qui est un point fort essentiel à sçavoir.

Voilà les principales vûës que l'on avoit dans le travail qu'on alloit entreprendre, car nous négligeons d'en rapporter plusieurs autres moins considérables, qui ne pouvoient manquer de se présenter d'elles-mêmes incidemment, & qui trouveront ici leur place.

Heureusement l'Observatoire de Paris est comme le centre d'un grand nombre de Lieux, dont, à l'occasion de la Méridienne de la France, & depuis peu du Parallele de Paris, les distances ont été mesurées par des opérations Trigonométriques. Il y a tel de ces Lieux qui en voit un autre éloigné de 8 Lieuës, & en cas de besoin on en pouvoit lier encore quelques-uns à ceux que l'on avoit déja par les anciens Triangles. On eut un nombre suffisant de personnes accoûtumées à observer, que l'on pouvoit placer dans le même temps en différents postes, Mrs Maraldi & de Thury étoient à la tête, & tout répondoit à l'Observatoire comme à une Métropole de Colonies.

De toutes les expériences faites sur différentes distances, & souvent dans des lieux réciproques, il résulte que la vîtesse du Son est de 173 Toises en 1 Seconde, plus grande dans le rapport de 180 à 173, qu'elle n'avoit été déterminée autrefois.

Quand le Vent est perpendiculaire à la ligne qui joint le lieu d'où part le Son, & celui où il arrive, la vîtesse du Son n'est ni augmentée ni diminuée, c'est la même chose que s'il n'y avoit point de Vent. Il est aisé d'en voir la raison. Et si au contraire le Vent souffle dans la direction de la ligne qui

joint les deux lieux, il augmente ou diminuë la vîteſſe du Son pour le lieu où le Son arrive.

Il l'augmente ou la diminuë de toute celle qu'il a lui-même. C'eſt le même cas que celui d'un Corps qui ſe meut dans un Bateau qui ſe meut auſſi.

La vîteſſe du Son eſt uniforme.

Elle eſt la même, ſoit que le Son ſoit plus ou moins fort.

Ces deux derniéres propriétés marquent que le Son eſt cauſé par un mouvement élaſtique, ainſi qu'il a été dit en 1737*.

* p. 100.

Le jour ou la nuit ne font rien à la vîteſſe du Son, ſeulement on entend de plus loin la nuit à cauſe du ſilence, & ce ſilence y contribuë tant, que le bruit d'un Vent favorable au mouvement du Son pourra empêcher qu'on ne l'entende.

Il n'a pas paru que le chaud, ni le froid, ni le beau temps ou la pluye, ni les différentes peſanteurs de l'Air, influaſſent en rien ſur le Son.

Les diſtances des Lieux étant auſſi-bien connuës qu'elles l'étoient, on n'a eu d'erreur à craindre que ſur la meſure du Temps employé par le Son à parcourir un certain eſpace, & on s'eſt bien aſſûré que l'on ne pouvoit ſe tromper que d'une demi-Seconde. Elle ſera une certaine partie du Temps total, comme $\frac{1}{100}$, & rendra incertaine une pareille partie de l'eſpace parcouru. Dans une des expériences, le temps a été de 1′ 25″, ou de 85″, ou de 170 demi-Secondes. Donc une demi-Seconde étoit alors $\frac{1}{170}$ du temps, & donnoit $\frac{1}{170}$ d'erreur poſſible ſur l'eſpace, c'eſt-à-dire, à peu-près 1 Toiſe, puiſque 170 approche beaucoup de 173, nombre des Toiſes que toutes les expériences concourent à donner pour l'eſpace parcouru en 1 Seconde par le Son. Donc il ne peut y avoir dans la meſure de cet eſpace que 1 Toiſe d'erreur à craindre.

Quand le temps employé par le Son ſera plus grand que 1′ 25″, ou, ce qui revient au même, quand on opérera ſur de plus grandes diſtances, une demi-Seconde ſera une moindre partie du temps, & on aura moins de 1 Toiſe d'erreur à craindre ſur l'eſpace.

Au lieu de meſurer la vîteſſe du Son par des diſtances

connuës, on pourra par la vîtesse du Son connuë mesurer des distances, telles que des largeurs de grandes embouchûres de Riviéres, de grands Lacs autour desquels on ne tourneroit pas facilement. Il est vrai que l'on sera assujetti à prendre des temps calmes, si l'on veut éviter l'embarras d'avoir égard à la vîtesse du Vent, & que l'on ne pourra pas attendre la même précision que des mesures Trigonométriques, mais il y a des cas où elle n'est pas nécessaire.

Encore une utilité surnuméraire que l'on a tirée des expériences sur le Son, c'est d'avoir vû que la lumiére de la Poudre à canon ne diminuë pas tant à beaucoup près par les distances que celle des autres feux, & qu'elle conserve presque toute sa vivacité dans des Brumes où d'autres disparoîtroient. Ainsi un Canon que l'on tireroit, ou une livre de Poudre que l'on allumeroit simplement à l'air libre, avertiroient mieux un Vaisseau qui approche de la Côte, qu'un Fanal qu'il n'appercevra peut-être pas. Il seroit apparemment difficile de trouver quelque vérité qui ne pût avoir qu'un seul usage.

CEtte année parut le IVme Tome des Leçons Phisiques de M. l'Abbé de Moliéres, dont nous avons exposé les trois premiers Tomes en 1734*, 1736* & 1737*. Il reprend ici l'Astronomie Phisique. * p. 94. & s. * p. 37. & s. * p. 36. & s.

On suppose ordinairement que le Tourbillon Solaire est Sphérique, mais il est presque absolument impossible qu'il le soit. Un Tourbillon tend naturellement à s'étendre en tous sens & également par sa force centrifuge, & il n'y a que les Tourbillons environnants qui l'en empêchent par une pareille force qu'ils ont tous. Il ne peut conserver sa figure Sphérique, s'ils ne le repoussent tous, s'ils ne le compriment avec des forces qui soient toutes égales entre elles, or le moyen d'imaginer cette parfaite égalité de forces du nombre presque infini de Tourbillons environnants? La figure supposée Sphérique du Tourbillon Solaire sera donc altérée par la compression inégale des Tourbillons extérieurs, & il seroit même contre

la bonne Phisique de lui attribuer une figure Elliptique trop réguliére.

Dans le Tourbillon Sphérique, toutes les Planetes arrêtées, chacune dans sa Couche concentrique au Soleil par l'équilibre où elle se trouve avec cette Couche à raison de sa masse & de son volume, décrivent des Cercles concentriques au Soleil, qui sont tous non seulement dans le plan de l'Equateur de chaque Couche, mais dans le plan de l'Equateur du Soleil, parçe qu'elles seront toûjours portées du côté où sera le plus grand mouvement.

Mais si le Tourbillon devient Elliptique, l'inégalité de compression extérieure, qui produira ce changement de figure, jettera le Soleil hors du centre, & les Planetes hors de leurs places, toûjours vers le côté où la compression sera moindre, & il est aisé de concevoir que cette même cause déplacera le plan de l'Equateur du Soleil, & de plus en fera sortir les plans des Orbites des Planetes, qui auparavant y étoient contenus ; ils s'en éloigneront plus ou moins selon que les Planetes auront été plus ou moins déplacées à raison de leur masse & de leur volume. Il n'y a que les Observations qui puissent nous apprendre la quantité actuelle de ces effets.

Ces Orbites des Planetes jettées en différents plans, satisfont pleinement à une objection de M. Newton contre les Tourbillons Cartésiens. Quand il arrive que Venus, la Terre & Mars, sont dans leur plus grande proximité possible, la matiére fluide, qui emporte la Terre entre Venus & Mars, y trouve certainement son passage rétréci, & par conséquent en doit aller plus vîte, ou, ce qui revient au même, le mouvement diurne du Soleil en doit paroître plus grand, or il est alors plus petit selon les Regles connuës de la Théorie du Soleil, & la position singuliére de Venus & de Mars à l'égard de la Terre ne produit rien.

Il auroit pu suffire de répondre que les deux Globes de Venus & de Mars sont si petits par rapport au vaste Courant qui doit passer entre eux, qu'ils ne rétrécissent pas sensiblement son passage, mais il vaut mieux encore qu'il ne passe

pas réellement entre eux. Il y passeroit dans le Tourbillon Sphérique, mais dans notre Tourbillon Elliptique, & tel qu'il est, le plan de l'Orbite de la Terre est de tous les plans des autres Orbites celui qui est le plus éloigné de l'Équateur du Soleil, & par le calcul il s'en faut plus d'un Million de Lieuës qu'il ne passe entre ceux de Venus & de Mars.

Tout le monde sçait pourquoi les Planetes tournent sur leurs propres axes, toûjours d'Occident en Orient par leur partie supérieure selon la direction générale du mouvement de tout le Tourbillon Solaire. La même cause, que l'on connoît pour être celle de leurs rotations particuliéres, feroit nécessairement dans le Tourbillon Sphérique que les axes de ces rotations seroient perpendiculaires au plan de l'Equateur du Soleil & du Tourbillon, & par conséquent tous paralleles à l'axe de ce Tourbillon. Mais dans le Tourbillon Elliptique cela ne subsiste plus, l'inégalité de la compression extérieure ne permet plus à ces axes de rotation de rester dans ce même plan où ils étoient tous, & elle les jette plus ou moins hors de ce plan selon que les Planetes ou par leur masse ou par leur volume obéissent plus ou moins à son action. Ce seroit un cas singulier que l'axe de rotation de quelque Planete fût encore perpendiculaire, ou à peu-près, à l'Équateur du Soleil. De même, & par la même raison, un axe de rotation perpendiculaire au plan de l'Orbite de la Planete autour du Soleil, seroit une espece de merveille. La variété qui regne à tous ces égards dans le Tourbillon Elliptique, n'empêche pas qu'on ne le reconnoisse bien sûrement pour avoir été, ou avoir pu être du moins, originairement Sphérique. Le fond Géométrique perce ici fort évidemment au travers du Phisique qui l'enveloppe.

Les axes de rotation des Planetes, inclinés sur les plans de leurs Orbites, y conservent toûjours la même inclinaison, ou sont toûjours paralleles à eux-mêmes dans toutes les positions différentes des Planetes sur leurs Orbites. C'est que le Tourbillon étant une fois comprimé d'une certaine façon, tout s'est mis dans l'état, dans l'équilibre, que cette compression

demandoit, & n'en peut plus sortir, à moins que les causes étrangeres qui agissoient ne cessent d'agir, ou n'agissent autrement.

Venons maintenant aux Tourbillons renfermés dans des Tourbillons plus grands. Un petit Tourbillon entiérement fluide & formé de la même matiére que le grand, s'élevera nécessairement jusqu'à sa plus haute Couche; car puisqu'il est dans le grand Tourbillon, il en est emporté, & prend la même force centrifuge, mais d'un autre côté puisqu'il est Tourbillon, il a sa force centrifuge particuliére qui le porte du même sens, & ces deux forces unies sont plus grandes qu'une seule. Donc il ne sera en équilibre avec aucune Couche du grand Tourbillon, & s'éloignera toûjours du centre avec une vitesse accélérée.

Si on conçoit une Planete *nuë*, & sans Tourbillon particulier, posée dans un Tourbillon, elle aura toûjours, parce qu'elle est un corps solide, moins de force centrifuge que la Couche où elle sera, & par conséquent elle tombera toûjours vers le centre, & encore avec une vitesse accélérée.

Mais si l'on conçoit que cette Planete qui tomberoit toûjours, soit revêtuë de ce Tourbillon qui s'éleveroit toûjours, il est évident que le Tout ensemble trouvera dans le grand Tourbillon une place où il sera en équilibre, & ne tombera ni ne s'élévera.

Pour satisfaire l'imagination, qui peut craindre que le petit Tourbillon ne vienne à se confondre avec le grand, il est permis de supposer entre eux quelque hétérogénéité de matiére, comme celle qui est entre l'Eau & l'Huile, & cela même sera très-conforme à la Phisique.

Ce qui cause les rotations, c'est que le diametre d'un Corps suspendu dans un Fluide, est inégalement frappé dans ses deux extrémités. Selon la constitution de nos Tourbillons, l'extrémité supérieure du diametre sera toûjours frappée avec plus de force que l'inférieure, ou, ce qui est le même, la circonférence supérieure du Fluide qui frappera le Corps, le frappera avec plus de force que l'inférieure, & il est aisé de prouver

prouver que les forces de ces deux circonférences seront comme leurs racines quarrées, ou celles de leurs rayons. Plus l'excès de l'une de ces forces sur l'autre sera grand, plus la rotation sera grande, ou prompte.

Un petit Tourbillon étant dans le grand comme un Corps à part qui en est emporté, il sera dans les deux extrémités de de son diametre inégalement frappé par le grand, & par conséquent plus frappé dans la supérieure, ce qui lui donnera une rotation selon la direction du mouvement du grand Tourbillon. Si le petit porte à son centre un Corps solide, une Planete, il en sera appesanti, & sa rotation rallentie.

Cette Planete enfermée dans ce Tourbillon *subalterne*, aura-t-elle une rotation sur son propre centre? Elle n'est pas dans le cas de ce Tourbillon, dont un diametre avoit ses deux extrémités inégalement élevées par rapport au centre du grand Tourbillon, elle occupe le centre du petit, & aura sa surface extérieure toûjours également élevée dans toutes ses parties par rapport à ce centre. Cela est vrai, & par cette raison si le Courant de son Tourbillon pouvoit l'emporter hors du lieu où elle est, il l'emporteroit sans lui causer de rotation, mais il ne peut pas la déplacer puisqu'elle est au centre, & l'action qu'il employeroit inutilement contre elle à cet effet, il l'employe à lui donner une rotation qu'elle peut prendre. C'est ainsi que se fait celle du Soleil placé au centre du grand Tourbillon.

Un Tourbillon fluide ne peut pas imprimer à un Corps solide central la même vîtesse qu'auroit eûë une matiére fluide qui auroit occupé la place de ce Corps. Car 1° la matiére fluide auroit tourbillonné, & par conséquent n'auroit pas été pesante, au lieu que le Corps solide l'est, or ce qui est pesant est plus difficile à mouvoir. 2.° Toutes les différentes Couches de la matiére fluide centrale auroient eu différentes vîtesses, ou se seroient mûës indépendamment les unes des autres, ce qui les rend plus susceptibles d'un nouveau mouvement en même sens que ne sont les parties d'une masse solide toutes liées entre elles, & qui ne peuvent être mûës

que toutes enſemble. Ainſi les vîteſſes de rotation des Corps ſolides doivent toûjours être moindres que n'auroient été celles de matiéres fluides qui auroient été à leur place. Quant aux vîteſſes de circulation autour d'un centre, elles ſont toûjours les mêmes & pour les Fluides & pour les Solides, puiſque les Solides ne ſont aux places où ils ſont dans un Tourbillon, qu'en vertu de leur équilibre parfait avec un volume égal du Fluide.

Par exemple, la Terre étant portée en un an autour du Soleil dans un Tourbillon particulier, le centre de ce Tourbillon, qui eſt auſſi le centre de la Terre, a la même vîteſſe de circulation qu'auroit eûë une particule de matiére fluide poſée à la même diſtance du Soleil. En même temps, le Tourbillon particulier frappé à ſes deux extrémités, ſupérieure & inférieure, dont les forces ſont inégales, prend un mouvement de rotation autour de ſon propre centre, & le communique à la Terre, qui à cauſe de ſa peſanteur & de ſa maſſe, n'en peut pas prendre toute la vîteſſe. La rotation de la Terre ſur ſon centre ne tient point immédiatement à ſa circulation autour du Soleil, ni à ſa diſtance au Soleil, mais ſeulement à la rotation de ſon Tourbillon particulier autour du Soleil. Si la Terre n'avoit point ce Tourbillon, & qu'elle fût d'une certaine petiteſſe, elle circuleroit autour du Soleil ſans avoir de rotation ; il eſt facile de voir que les deux différentes Couches, où ſe termineroit un petit diametre, pourroient bien n'être pas aſſés inégales en vîteſſe, mais au défaut d'une rotation entiére, il ſe pourroit faire quelque mouvement d'Oſcillation, pareil à celui d'un Pendule, quelque Libration qui ſeroit une rotation commencée, le diametre n'étant que de la grandeur convenable à cet effet.

La figure du Tourbillon de la Terre doit naturellement être Sphérique, mais puiſque le grand Tourbillon Solaire qui le renferme, & l'emporte, eſt Elliptique, il s'accommodera à cette figure le plus exactement qu'il ſe pourra, car différentes petites circonſtances particuliéres, qu'il ſeroit inutile, & impoſſible de deviner toutes, ne permettront pas

que cette conformité ſoit parfaite. La Terre ſera donc en différents temps, inégalement éloignée du Soleil, elle aura ſon Aphélie & ſon Périhélie, ou ſa vîteſſe ſera différente.

Quand la figure du Tourbillon Solaire ſeroit abſolument conſtante & invariable, ce qui n'eſt pas certain, la figure du Tourbillon de la Terre ne laiſſeroit pas de varier, parce que ce Tourbillon dans ſa révolution annuelle, paſſant par des eſpaces de l'Ellipſe Solaire, tantôt plus étroits, tantôt plus larges, il ſeroit obligé de devenir tantôt plus, tantôt moins Elliptique.

Il a encore un autre principe de variation, mais qui lui eſt intérieur. La Terre, en ne conſidérant point ici la Lune, eſt le ſeul corps peſant de ſon Tourbillon, le ſeul qui tende vers le Soleil, tout le reſte eſt une matiére fluide, qui au contraire tend à s'en éloigner. Il a été prouvé que toute cette matiére fluide, dont toutes les parties tourbillonnent, eſt élaſtique, & que de-là même vient le Reſſort*. On peut donc imaginer la Terre comme un Corps peſant poſé ſur la partie inférieure d'un Cercle d'Acier. Ce cercle étant preſſé en embas par cette partie, la partie ſupérieure oppoſée s'abbaiſſera auſſi, les deux parties latérales moyennes s'éloigneront l'une de l'autre, & le Cercle deviendra une Ellipſe dont le petit axe ſera toûjours dans la ligne de la preſſion qui a cauſé le changement de figure, c'eſt-à-dire, en remettant ici la Terre, que ſa ſeule peſanteur changeroit ſon Tourbillon ſuppoſé Sphérique, en un Elliptique dont le petit axe ſeroit dirigé au centre du Soleil.

* V. l'Hiſt. de 1734. p. 102.

Puiſque la Terre tourne toûjours autour du Soleil, que par conſéquent les lignes par leſquelles elle peſe vers lui, ſont toûjours différentes, & que ces différentes lignes ſont toûjours dans la direction des petits axes de l'Ellipſe formée par la peſanteur de la Terre, il eſt néceſſaire que ces petits axes changent toûjours de poſition, & par conſéquent auſſi toute l'Ellipſe, & que dans le cours d'une révolution annuelle elle ſoit toûjours différemment poſée par rapport au Soleil.

Cependant il eſt vrai que la peſanteur de la Terre pourra

ne pas causer cette Ellipse dont nous parlons. Toutes les Couches du Tourbillon de la Terre sont élastiques, & si celle dont elle est immédiatement enveloppée étoit la seule, elle agiroit contre elle par toute sa pesanteur. Mais après une 1ere Couche, il y en a une 2de qui porte une partie du poids, après cette 2de une 3eme, &c. De sorte que plus il y a de Couches, moins chacune est pressée, & il peut y en avoir tant que les derniéres ne porteront plus rien, & demeureront circulaires, du moins sensiblement. L'effet dépend de la grandeur du Tourbillon, & sera plus grand dans un petit.

Maintenant si l'on considére la Lune entrée dans le Tourbillon de la Terre, où elle aura elle-même son Tourbillon particulier, on voit qu'il se fera une assés grande complication, nous n'en donnerons qu'une légére idée.

Si le Tourbillon de la Terre est trop grand pour permettre que le principe de la variation perpétuelle de figure, que nous venons d'exposer, y ait lieu, il est du moins très-apparent que la petitesse du Tourbillon Lunaire le permettra, & ce principe joint aux autres qui lui seront communs avec le Tourbillon Terrestre, & combiné avec eux de toutes les maniéres dont il peut l'être, produira beaucoup de variété & d'irrégularité apparente dans la figure du Tourbillon, ou de l'Orbite de la Lune autour de la Terre, & par conséquent aussi dans son cours, puisqu'elle suivra cette Orbite.

Ajoûtons que la Lune comprise dans le Tourbillon Terrestre, qui est Elliptique, y sera à différentes distances de la Terre, & par conséquent y aura toûjours différentes vîtesses, la plus grande au Périgée, & la moindre à l'Apogée.

De plus, le Tourbillon particulier qui la porte, & elle-même par conséquent, aura plus ou moins de vîtesse selon que ce Tourbillon sera posé par rapport à l'Aphélie & au Périhélie du Tourbillon Terrestre.

La Lune pese vers la Terre, & fait par-là une certaine impression sur la matiére fluide interposée entre elle & la Terre. De même précisément la Terre pese vers le Soleil. Si la ligne selon laquelle la Lune pese vers la Terre, & la



ligne ſelon laquelle la Terre peſe vers le Soleil, ne ſont qu'une même ligne droite, alors il eſt certain que l'impreſſion, que peuvent faire ſur la matiére fluide interpoſée ces deux actions ou efforts pris enſemble, ſera la plus grande qu'elle puiſſe jamais être. Or alors les trois corps de la Lune, de la Terre, & du Soleil, ſont ſur la même droite, & la Lune vûë de la Terre eſt ou en Conjonction ou en Oppoſition avec le Soleil, ce qu'on appelle ſes *Sizygies*. Donc ce ſera dans les Sizygies que les effets de la Lune par rapport à la Terre ſeront les plus grands & les plus marqués, tout le reſte étant ſuppoſé égal. Ils ſeront plus foibles ſelon que la Lune s'éloignera davantage des Sizygies.

Si l'on raſſemble, ſeulement d'une vûë générale, tous les principes qui entrent dans la compoſition du mouvement de la Lune, on verra qu'il n'en peut réſulter qu'un cours très-inégal en ſoi & dans une ſeule révolution de la Lune autour de la Terre, très-inégal encore d'une révolution à l'autre, & qui ne reviendra que difficilement, & après bien des révolutions, à être à peu-près tel qu'il a été d'abord. On verra auſſi que l'Orbite de la Lune ſera bien éloignée d'être une Ellipſe tant ſoit peu réguliére, mais que ce ſera une Courbe indeſcriptible pour toute notre Géométrie, changeante, inconſtante, & dont on ne pourra attraper que des points.

Quand deux principes tendent à imprimer à un même Corps des mouvements oppoſés, & que l'un eſt ſupérieur à l'autre, mais ſeulement pour un temps, après quoi l'autre devient ſupérieur à ſon tour, il eſt clair que ce Corps aura des Balancements, des Librations, ſi ſon centre ne change point de place, & des Oſcillations de Pendule, s'il en change. Dans le grand nombre de principes qui compoſent le mouvement de la Lune, il ſeroit difficile qu'il ne s'en trouvât qui, par leur combinaiſon, devinſſent conditionnés comme il le faut pour produire des Librations, auſſi en a-t-elle qui ſont connuës des Aſtronomes, & qui amenent dans la Théorie de cette Planete un nouveau genre de bizarrerie.

Le flux & reflux de l'Océan, merveille encore aujourd'hui

étonnante, tient certainement à la Lune, mais il y entre une considération particuliére & nouvelle, dont nous n'avons point encore eu lieu de parler. Ce seroit dans les Sizygies, comme on vient de le voir, que les effets de la Lune sur la Terre, seroient les plus grands, mais ils pourroient n'être pas sensibles, ou très-peu. La Lune par sa pesanteur vers la Terre, pousseroit la Terre hors du centre de son Tourbillon, & la pousseroit d'autant plus loin que la Terre seroit moins pesante, c'est-à-dire, composée de parties qui tendroient avec moins de force au centre commun de leur mouvement, qui seroit celui de la Terre. Il seroit fort possible que ce déplacement de la Terre par la Lune, ou ce changement de distance de la Lune à la Terre ne fût qu'à peine apperçû par les Astronomes, & en général il faut toûjours que la Terre ne soit que d'une certaine pesanteur pour se laisser ainsi déplacer par la Lune.

Que si le globe de la Terre étoit composé de deux grandes parties telles que s'il n'avoit été formé que de l'une il n'eût point été déplacé, & qu'il l'eût été au contraire s'il n'eût été formé que de l'autre, il est certain que non-seulement le déplacement de la Terre n'eût été que moyen, mais que l'action de la Lune auroit pu ne s'exercer que sur les parties propres à être déplacées, & non sur les autres. Or telle est précisément la composition du Globe Terrestre, formé de parties solides plus pesantes, & d'Eaux qui le sont beaucoup moins. La Lune déplace les Eaux, & ne déplace point les parties solides. Si l'on conçoit le Globe Terrestre entiérement couvert d'Eaux qui enveloppent un grand Noyau solide, ce Noyau demeure immobile, & les Eaux sont mûës.

Il seroit assés naturel d'imaginer que les Eaux s'abbaissent sous la Lune, qu'il s'y fait un enfoncement, d'où elles vont en s'élevant de côté & d'autre, ce qui fait un Sphéroïde dont le petit axe est dans la droite tirée de la Lune au centre de la Terre. M. Newton a cru au contraire que les Eaux s'élevoient sous la Lune, mais c'est parce qu'il fait agir la Lune par attraction, & comme on est plus qu'en droit de rejetter

ce principe, il seroit permis de ne pas s'en tenir à cette idée; aussi-bien ne paroît-il pas qu'on puisse déterminer par expérience, si les Eaux s'abbaissent ou s'élevent sous la Lune, lequel que ce soit des deux, les phénomenes seront toûjours les mêmes.

Mais il est vrai que dans le Sisteme de M. l'Abbé de Moliéres, qui n'admet que des principes bien réels, les Eaux doivent s'élever sous la Lune, ainsi que l'a cru M. Newton. La direction de l'action de la Lune, qui est une ligne tirée de son centre à celui du Globe Terrestre, tend à éloigner d'elle ce Globe couvert d'Eaux. Elle n'en peut éloigner le Noyau, mais elle en peut éloigner les Eaux qui l'enveloppent, & par conséquent les chasser devant elle de dessus le Noyau, aussi loin qu'il sera possible. Elle les amasseroit toutes sur l'hémisphere du Noyau qui lui est opposé, & là elles formeroient une espece de Cone, dont la base seroit la surface de cet hémisphere, & l'axe seroit dans la direction de l'action de la Lune, mais la pesanteur des Eaux vers le centre de la Terre, que nous n'avons pas encore considérée ici, doit y entrer. Elle empêche que les Eaux ne s'éloignent du Noyau autant qu'elles auroient fait, & si on se représente ce que doit produire son action, qui tend à rassembler sphériquement les Eaux, combinée avec celle de la Lune, qui tend à faire ce Cone que nous venons de dire, on verra qu'il en résulte un Sphéroïde d'Eaux autour de la Terre, dont le grand axe sera dans la ligne de l'action de la Lune, & que par conséquent les Eaux s'éleveront sous la Lune.

Si M. Newton a parlé sincérement, il n'a employé l'Attraction dans le grand Edifice de la Phisique, que comme une Pierre d'attente ou une Etaye, & il seroit bien aisé aujourd'hui de voir qu'on l'ôte, pour mettre en la place quelque chose de plus solide, & de mieux assorti à tout le reste de tout ce grand Edifice.

CEtte même année parut le IVme Volume de l'*Histoire des Insectes*, de M. de Reaumur. Le précédent avoit fini par l'Histoire des Galles des Plantes, causées par des picqueures d'Insectes, qui se sont fait des logements dans ces excroissances, & s'y sont en même temps assuré leur nourriture *. Ce nouveau Tome commence par des Galles, qui en ont toutes les apparences possibles, & qui cependant n'en sont point; ce ne sont plus des excroissances de Plantes produites & habitées par des Insectes, ce sont de véritables Insectes de la couleur du bois à peu-près, & parfaitement immobiles; on ne les reconnoît point pour des Animaux à ce qu'ils croissent, de vrayes Galles croîtroient aussi. M. de Reaumur, pour exprimer leur nature douteuse, les appelle *Gallinsectes*.

* V. l'Hist. de 1737. p. 9. & suiv.

Il est aisé de juger que les Gallinsectes se nourrissent du suc de la Plante, & que le peu qu'elles en peuvent tirer du petit endroit où elles sont toûjours attachées, leur doit suffire. Elles croissent tout au plus depuis la grandeur d'un grain de Poivre jusqu'à celle d'un Pois. La Trompe dont elles se servent pour succer la Plante, sera certainement difficile à appercevoir.

Parvenuës à leur derniére grandeur, elles n'ont plus qu'à pondre, & non-seulement elles pondent sans changer de place, mais sans qu'il paroisse aucunement qu'elles ayent pondu. La Gallinsecte étoit appliquée par son ventre contre l'Arbre, & n'offroit aux yeux que son dos, de sorte qu'elle avoit la figure d'un Bateau renversé. Quand elle pond, elle fait passer ses Œufs entre son ventre & l'Arbre à mesure qu'ils sortent, & les pousse du côté de sa tête. Son ventre s'éleve donc, toûjours soûtenu par les Œufs sortis, & se rapproche du dos, & comme toute la Gallinsecte n'étoit presque qu'un paquet d'Œufs, il ne reste d'elle après sa ponte, que son ventre attaché à son dos, deux membranes minces, qui font une couverture extérieure à un tas d'Œufs, au lieu qu'elles le renfermoient auparavant. Rien n'est changé au dehors.

Les

Les Œufs de plusieurs especes de Gallinsectes se trouvent posés sur un duvet cottonneux, qu'on peut appeller un *Lit* ou un *Nid;* tout le tas en est même enveloppé en partie, si ce n'est qu'il y en a quelques-uns répandus dans ce Duvet, comme au hazard. D'où peut venir cette matiére? car assûrément les Gallinsectes ne l'ont pas filée, aussi privées de mouvement qu'elles le sont. M. de Reaumur croit qu'elles l'ont transpirée, on a déja vû des exemples pareils en 1737*. Il est sorti naturellement de la Gallinsecte même un Lit qui la tient plus mollement & plus commodément couchée sur l'Arbre, & dans la suite ce Lit devient Nid pour les Œufs. * p. 28.

Mais la grande difficulté est de sçavoir comment les Gallinsectes ont été fécondées. Des Animaux immobiles sont incapables d'accouplement, seroient-elles du nombre de ceux qui n'en ont pas besoin, comme on commence à le soupçonner de quelques-uns? Mais ce n'est guére encore qu'un simple soupçon, sur lequel il seroit trop dangereux de rien fonder.

M. de Reaumur pourroit avoir découvert le mistere. Il a vû de très-petites Mouches se promener sur le corps des Gallinsectes, dont chacune est pour elles un assés grand terrain, y chercher avec un Aiguillon toûjours prêt, un endroit qu'elles veulent picquer, le trouver toûjours vers l'Anus de la Gallinsecte, à une fente bien marquée, & alors plus ouverte, & y porter cet Aiguillon d'une maniére qui ne paroît point déplaire à la Gallinsecte. Ces Mouches seront les Mâles de cette espece malgré leur grande différence de figure & de volume avec les Femelles.

Il est certain d'ailleurs que des Mouches, quelles qu'elles soient, ne commencent pas par être Mouches, il faut qu'elles ayent passé auparavant par quelque métamorphose. Parmi des Gallinsectes du même âge, on en voit de fort petites par rapport aux autres, &, ce qui est plus remarquable, on trouve souvent que ce ne sont plus des Gallinsectes, mais seulement des Coques vuides, d'où l'Animal est sorti. Cet Animal se sera métamorphosé, & devenu Mouche il ira féconder des

Femelles de l'eſpece dont il tire ſon origine. Elles ne ſe métamorphoſent point. Il y a toute apparence que les Mouches qui fécondent les Femelles d'une ponte, ont été des Gallinſectes d'une ponte précédente. Il leur faut donner le temps de la métamorphoſe.

Quand les Œufs des Gallinſectes écloſent, il en ſort des Petits très-vifs & très-agiles, qui ſe diſperſent çà & là pour chercher quelque Plante qui leur convienne, & où ils ſe fixeront pour toûjours, devenant enfin avec l'âge parfaitement tranquilles & ſédentaires, comme feroient des Animaux bien raiſonnables.

Le Kermès, dont les deux uſages ſont ſi connus, l'un pour la Teinture, l'autre dans la Médecine, eſt une eſpece de Gallinſecte, qui vient ſur un petit Chêne verd en Languedoc, en Provence, & en quelques autres lieux. On en a profité long-temps ſans le connoître, comme l'on fait encore de quelques autres choſes. On l'a pris pour une véritable Galle, ou pour une Coque où un Inſecte avoit déposé ſes Œufs, & ce ne ſont pas ſeulement des Payſans, uniquement curieux de la récolte & de la vente, ce ſont d'habiles Phiſiciens, qui ont été dans l'erreur. Mais enfin la vérité n'a pu ſe dérober toûjours, un grand nombre d'obſervations imparfaites, & de conjectures fautives, en amenent enfin de ſûres & de vrayes, qui décident.

Après les Gallinſectes, M. de Reaumur traite d'un autre Genre qui leur reſſemble beaucoup, & qu'il appelle par cette raiſon *Progallinſectes*. La principale différence eſt que les Progallinſectes ſont vivipares.

Selon M. de Reaumur, la Cochenille eſt une eſpece de Progallinſecte. Elle eſt ſans comparaiſon plus précieuſe que le Kermès, quoiqu'elle n'ait qu'un ſeul des deux uſages qu'il a, & même le moins intéreſſant pour nous, celui de teindre en rouge. M. de Reaumur calcule que la quantité de Cochenille qui vient tous les ans du Mexique en Europe, monte à plus de 15 Millions, monnoye de France.

Elle a eu le même ſort que le Kermès, on a ignoré juſqu'à

présent ce que c'étoit au vrai. Les premiers qui ont étudié l'un & l'autre, & qui ont mis apparemment les Observateurs suivants sur les voyes, ont été des Membres de cette Académie naissante. On verra dans l'Ouvrage dont il s'agit ici, l'histoire curieuse des deux découvertes. On trouvera notre Siécle bien riche sur ce point, par rapport à la plûpart de ceux qui l'ont précédé.

M. de Reaumur, qui cherche à rendre ses longs travaux sur les Insectes, assés sensiblement, & assés grossiérement utiles pour contenter tout le monde, croit que l'Europe pourroit s'épargner ce qu'elle dépense en Cochenille, que la France a des Climats sous sa domination, tout au moins la Martinique & St Domingue, où cet Insecte viendroit, soit sur des Opuntia ou Roquettes d'Inde comme au Mexique, soit sur d'autres Plantes semblables, qu'il faudroit du moins en faire l'essai. Il est certain que l'exemple des Vers à Soye est très-encourageant.

La Cochenille a une qualité fort avantageuse pour le Commerce, c'est que desséchée, & dans l'état où on la débite, elle se garde très long-temps sans souffrir aucune altération par rapport à la Teinture. On a une expérience de 130 ans.

Après la Cochenille, ce n'est guére la peine de parler de l'Ecarlate de Pologne, ou *Coccus Polonicus*, que l'on connoît peu, & dont, depuis la Cochenille, on a extrémement négligé la récolte, qui étoit même plus difficile & moins abondante. Un sçavant Naturaliste en a fait une bonne Histoire d'où M. de Reaumur a tiré toute la connoissance qu'il en a. Il se trouve que l'Insecte, qui est cette Ecarlate, est du genre des Progallinsectes, & ce qu'il y a de plus remarquable, c'est que selon tout ce qu'on peut sçavoir de cet Insecte & de la Cochenille, la fécondation de ces deux Progallinsectes se fait précisément comme M. de Reaumur croit que se fait celle des Gallinsectes, par de petites Mouches qui vont picquer des Femelles beaucoup plus grosses, & d'une figure très-différente. Ces sortes de singularités doivent être mises en

réserve pour des occasions embarrassantes où elles peuvent donner des dénouëments.

Jusqu'ici M. de Reaumur n'a traité que des Chenilles, ou d'Insectes qui y ont assés de rapport, & auxquels les Chenilles l'ont conduit. Il passe ensuite à un autre ordre d'Insectes, aux Mouches.

Ce qui les distingue le plus généralement, & le plus sensiblement d'avec les Papillons, qui sont aussi des Insectes aîlés, c'est que leurs Aîles sont très-minces, transparentes, & sur-tout ne laissent rien qui s'attache aux doigts quand on les touche, au lieu que celles des Papillons ont, comme l'on sçait, les qualités contraires.

Toutes les Mouches ont été Vers, de même que tous les Papillons ont été Chenilles, & puisqu'on a commencé l'Histoire des Chenilles par leur premier état de Chenilles, pour les conduire ensuite jusqu'à celui de Papillons, il semble qu'on devroit suivre aussi dans l'Histoire des Mouches ce même ordre si naturel, & les prendre d'abord dans leur état de Vers. Mais il y a une grande différence, les Chenilles sont très-visibles aussi-bien que les Papillons, mais souvent les Vers qui deviendront Mouches, sont ou trop petits ou trop bien cachés, soit en terre, soit dans les eaux, & on n'en voit que les Mouches. Il faut donc commencer par les étudier sous cette forme, sauf à remonter ensuite jusqu'aux Vers, quand on les pourra connoître.

Rien n'est si connu que les Mouches communes, les Abeilles, les Guespes, les Cousins, de grosses Mouches bleuës qui s'attachent à la Viande, mais ce dénombrement est bien court par rapport à la prodigieuse quantité de différentes Mouches que l'on trouve quand on veut observer. La figure, & les proportions de leur corps, le nombre, le tissu, & le port de leurs Aîles, leurs Antennes, leurs Jambes, leur Trompe, &c. offrent aux yeux seuls une infinité de différences qui ne donnent que trop de prise à M. de Reaumur pour établir des Classes, des Genres & des Especes, car il est toûjours à craindre que l'arrangement qu'on veut mettre

dans un si vaste Chaos ne le débroüille pas encore assés. Nous ne nous engagerons point dans le détail de ce Sisteme, qui n'est fait que pour des Phisiciens, ou des Observateurs très-curieux. Il nous suffira de rapporter quelques particularités les plus remarquables de quelques Mouches prises la plûpart dans la Classe des Mouches à deux Aîles.

Avant que d'entrer en matiére, il faut se rappeller que les Mouches ont le corps divisé selon sa longueur en trois parties très-distinctes, marquées par des especes d'étranglements, ou quelquefois par des filets déliés; ces parties sont la *Tête*, le *Corcelet*, & le *Corps* plus long, & quelquefois beaucoup plus que les deux autres.

La Tête est chargée de ces milliers d'Yeux à réseau, dont nous avons parlé en 1734*, à l'occasion des Papillons, qui les ont aussi. La merveille que nous y trouvions alors n'est pas diminuée pour être plus commune. * p. 34.

Les Trompes par où les Mouches prennent leur nourriture doivent ressembler en général, & ressemblent à celles des Papillons, dont nous avons parlé en 1734. On conçoit assés qu'il se trouvera des différences quand elles auront à exercer leurs fonctions dans des circonstances différentes. Par exemple, un Papillon ne se nourrit que du suc liquide d'une Fleur, & une Mouche attaquera un morceau de Sucre bien sec, & s'en nourrira. Elle a donc besoin de quelques Instruments qui lui en amollissent les parties, & de quelque liqueur qui les détrempe, afin qu'elles puissent entrer & couler dans le canal très-étroit de la Trompe. Pour cela, elle a au bout de cette Trompe ce que M. de Reaumur appelle deux *Levres*, grosses par rapport au canal qu'elles terminent, charnuës, musculeuses, propres à se plier & replier, à s'élever & s'enfoncer, enfin à se mouvoir en tous sens avec une extrême vîtesse, & qui, tandis que l'Animal fait tomber de ses entrailles une certaine liqueur sur le Sucre, le pêtrissent, l'atténuent, & en expriment des Sucs, assés fins pour monter dans la Trompe.

Si la Mouche a la peau d'un Animal à percer, avant que

d'arriver à sa nourriture, son action différera encore plus de celle du Papillon. Il faudra qu'un Aiguillon accompagne la Trompe, & dans un petit Animal ces deux Instruments combinés ensemble, seront assûrément difficiles à démêler. Après avoir admiré l'art dont ils ont été construits, on peut encore être étonné de l'art qu'il a fallu pour les reconnoître.

Les Mouches ont, comme les Papillons des Stigmates, ouvertures extérieures, ou especes de Bouches par où entre l'air de la respiration. M. de Reaumur croyoit qu'elles n'en avoient que deux & placés sur le Corcelet, tant parce qu'il n'en voyoit pas d'abord davantage, & qu'il n'en voyoit que là, que parce qu'il jugeoit le fait très-vraisemblable par l'analogie des Papillons qu'il avoit trouvés dans ce cas. Mais en examinant mieux les Mouches, il leur a vû quatre Stigmates sur le Corcelet, & d'autres ensuite répandus deux à deux sur chaque Anneau du Corps. Instruit par les Mouches à mieux voir, il est retourné aux Papillons, & il a trouvé qu'il en étoit de même pour eux. Ce n'est pas un aveu qui coûte beaucoup, ni qui doive être bien glorieux que celui d'une erreur en pareille matiére.

Il a éprouvé tant pour les Mouches que pour les Papillons, que les Stigmates du Corcelet sont beaucoup plus importants que ceux du Corps. Les premiers étant frottés d'Huile, ces Animaux périssent, & ils ne périssent pas s'il n'y a que les autres Stigmates qui l'ayent été. Un Papillon mâle très-vif, après avoir tourné long-temps autour d'une Femelle de son espece, se détermina enfin à la dédaigner, parce qu'on l'avoit trempée dans l'Huile jusqu'au Corcelet. Il ne la jugea pas assés saine, & en effet elle mourut bientôt.

On conçoit aisément quel prodigieux nombre de ramifications d'une prodigieuse finesse doivent partir de tous ces Stigmates pour aller porter l'Air dans tout le corps de la Mouche. Il ne se rend pas tout entier comme chés nous dans une liqueur qui soit son véhicule commun, & le distribuë ensuite dans toutes les parties ; apparemment chés la Mouche, il ne se distribuë par-tout qu'en détail.

Dans les Mouches à deux Aîles, M. de Reaumur a vû des parties voisines des Aîles, qui manquent toûjours aux Mouches à quatre Aîles. Il semble par-là qu'elles devroient réparer le défaut de deux Aîles chés les Mouches qui n'en ont que deux. Mais les plus ingénieuses conjectures seroient encore trop peu appuyées de faits.

Le *corps* des Mouches est divisé par Anneaux, dont la consistance est écailleuse par rapport à celle des Membranes, & la position de ces Ecailles entr'elles, leur liaison, leurs petits intervalles remplis par des membranes flexibles, tout cela ménagé de différentes maniéres en différentes especes, l'est toûjours de façon que le corps est capable de contractions, & de dilatations alternatives.

Ce corps est assés transparent en plusieurs endroits pour laisser voir ce qui se passe au dedans; la dissection la plus fine ne viendroit pas à bout de démêler assés bien de si petites parties pour en faire deviner l'usage & les fonctions. On voit des gouttes de liqueur entrer dans un assés long canal qui va de la partie postérieure vers le Corcelet, & se termine à une grosse partie. Ces gouttes se meuvent selon cette direction, & arrivent à la grosse partie qui a des mouvements de contraction & de dilatation si sensibles, que quelquefois elle en change très-considérablement de figure. Le cours des gouttes n'est pas continu, mais après avoir cessé de couler, il paroît qu'elles reviennent sur leurs pas avec une direction contraire à la premiére. M. de Reaumur conjecture que la grosse partie est le Cœur, où les gouttes vont se rendre, mais pourquoi ne les pousse-t-il pas en avant & dans les parties antérieures de l'Animal selon la Loi de toutes les Circulations connuës? pourquoi rebroussent-elles par le même chemin? M. de Reaumur soupçonne par la dissection qu'il a faite de ces parties malgré leur petitesse, que ce chemin n'est pas réellement le même, & que le canal du retour est différent de l'autre, contre lequel il est exactement appliqué, ce qui, joint à leur grande transparence & à leur finesse, les fait paroître aux yeux comme un seul. Il y aura donc une

vraye Circulation. Elle ne ſera pas, à la vérité, continuë, comme dans les grands Animaux, mais après tout ce que l'on connoît déja des Inſectes, ce ne ſera pas-là une merveille bien étrange. On pourroit dire au contraire que ſi une Circulation interrompuë eſt poſſible, elle ſe trouvera dans quelques Inſectes. Or on peut imaginer cette poſſibilité.

Il y a des Mouches dans leſquelles on voit, à la faveur de leur tranſparence, comme un plan mince, un petit nuage très-délié qui, partant de la jonction du Corcelet avec le Corps, s'avance toûjours lentement vers la partie poſtérieure de l'Animal, & toûjours dans une poſition parallele à la premiére qui étoit à peu-près perpendiculaire au Corps. Il diſparoît quand il paſſe au de-là de l'endroit où eſt le Cœur. Souvent un ſecond tout pareil lui ſuccéde, fait la même route, & n'attend pas toûjours pour ſe montrer que le premier ait diſparu; on en peut voir juſqu'à trois ou quatre à la fois.

Ce phénomene très-bizarre dans un Animal, paroît dépendre de deux Veſſies ou Sacs placés l'un contre l'autre, ſi grands qu'ils occupent quelquefois les deux tiers de la capacité du Corps de l'Inſecte, & qui ſont toûjours pleins d'air. Ils s'appliquent à la ſurface intérieure des Anneaux, mais ſans y être collés, & ſont applatis l'un par l'autre à l'endroit où ils ſe touchent, vers le milieu du corps de l'Inſecte. Si ces deux Sacs ont en même temps un même mouvement vermiculaire pareil à celui de nos Inteſtins, il ſe formera à chaque inſtant l'apparence d'un Cercle qui embraſſera leurs circonférences extérieures détachées en cet inſtant, & un ſeul endroit de la ſurface des Anneaux, & comme d'inſtant en inſtant ce ſera un nouveau Cercle, il paroîtra que c'eſt le même qui s'eſt mû. Que ſi le mouvement vermiculaire qui va d'un bout à l'autre, recommence au premier bout une ſeconde progreſſion avant que d'avoir fini la premiére, on verra en même temps deux différents Cercles, & cette même Méchanique encore redoublée en fera voir pluſieurs.

Quand on connoît les Mouches, il s'agit de connoître les Vers, ſous la forme deſquels elles ont d'abord vécu, car elles

elles ont toutes certainement été Vers; on sçait que la proposition réciproque n'est pas vraye, & que tous les Vers ne deviennent pas Mouches; quelques-uns deviennent Scarabés, d'autres Punaises, d'autres Sauterelles, &c. Quelques-uns même, comme les Vers de terre, ne subissent aucune métamorphose.

Dans le Genre des Vers que l'on sçait qui deviennent Mouches, il y a tant de variétés essentielles & bien marquées, que l'on en feroit un très-grand nombre d'Especes, & il n'y auroit d'embarras, qu'à bien choisir les caractéres, & à les bien combiner. Nous parcourrons seulement ces différences extérieures les plus frappantes.

Sur l'exemple de tous les Animaux connus, on croiroit que la Tête doit toûjours être d'une figure invariable; & en effet, comme elle renferme tous les Organes des principales Sensations de l'Animal, tout n'y sera-t-il pas dérangé & bouleversé, si elle s'allonge ou s'accourcit, se contracte ou se dilate très-sensiblement? C'est cependant ce qui arrive à quelques Vers, dont la Tête peut changer de figure d'une maniére à étonner.

Il y en a qui n'ont point de Jambes, & qui s'en donnent quand ils veulent. Ils sçavent renfler & pousser en dehors certains endroits de la partie inférieure de leurs Anneaux, & ils se traînent sur ces appuis.

On découvre un artifice assés semblable dans des Vers qui ne peuvent vivre qu'en des lieux humides, dont il est cependant à craindre que l'humidité ne vienne à boucher les Stigmates par où ils respirent. Ils gonflent & élevent leur peau tout autour de ces Stigmates, & les mettent à couvert de l'eau dans cette cavité.

D'autres ont le principal organe de leur respiration placé à leur Queuë, où il est emboîté comme dans un étui, parce que c'est un long tuyau. Ceux de ces Vers qui sont aquatiques, tiennent leur queuë élevée perpendiculairement sur la surface de l'eau, on en voit la raison.

Quelques Vers ont la Tête armée de deux Crochets

paralleles entr'eux, courbés comme des Cornes, roides, inflexibles, & fort pointus, avec quoi ils *piochent* l'aliment qui leur convient, le réduisent en très-petites parcelles, que reçoivent ensuite deux Bouches placées chacune auprès d'un des Crochets.

On peut prendre pour exemple d'un grand nombre de métamorphoses des Vers en Mouches, celle de ces Vers si connus, qui vivent de la Viande, & deviennent de grosses Mouches bleuës.

Ils vont se transformer sous terre, quand ils sont libres, mais s'ils ne le sont pas, si on les tient en observation dans des Poudriers, où ils n'ayent point de terre, on leur voit une inquiétude extrême pour en chercher; à la fin cependant ils s'en passent, & cédent à la nécessité.

Ils ne se font point de Coque pour s'y enfermer, leur propre peau, qui leur est devenuë étrangere parce qu'ils ont sçû s'en séparer, & s'en détacher parfaitement, leur sert à cet usage. Elle est assés solide & assés épaisse, & elle l'est d'autant plus qu'ils n'en avoient jamais changé dans leur vie de Ver, car il est visible qu'une derniére peau nouvelle seroit plus tendre & plus mince.

Sous cette enveloppe ils ont la figure d'une Sphere allongée, divisée par Anneaux perpendiculaires à son grand diametre. Il y a bien loin de ce Sphéroïde à une Mouche; aussi ne devient-il pas Mouche immédiatement par un simple dévéloppement de parties roulées, emboîtées les unes dans les autres; il se fait un changement de figure trop considérable. Le haut du Sphéroïde s'allonge beaucoup au bout de quelques jours, il est sorti de son intérieur des parties qui ne se montroient point auparavant, & le tout ensemble prend une figure de Nimphe où l'on démêle assés distinctement ce qui sera la Tête, les Jambes, les Aîles d'une Mouche, au lieu qu'on ne voyoit qu'une Boule assés uniforme. M. de Reaumur croit pouvoir compter ici deux métamorphoses, l'une en Boule, l'autre en Mouche.

Quand le Ver est assés devenu Mouche pour être en état

de quitter sa Coque, il trouve tout disposé pour sa sortie. A l'endroit de sa Tête il y a deux petites plaques circulaires ou *calottes* qui la recouvrent, peu attachées au reste de la Coque, & qui peuvent s'en séparer quand la Tête fera contre elles un effort suffisant. Mais il faut qu'elle puisse n'en être pas capable, peut-être à cause de sa figure, car enfin quand cette Tête veut pousser en dehors & abbattre les calottes, il lui survient une nouvelle partie, une Vessie fort grosse par rapport à elle, arrondie par toute la surface qui doit frapper les calottes, au moyen de quoi elle les prend en plein, & les renverse. Cette Tête est alors à figure variable, quoique le Ver n'en eût pas une pareille, & que la Mouche n'en doive plus avoir passé ce moment-là.

Cette Tête qui s'est grossie pour forcer les murs d'une prison, n'a pas besoin de demeurer en cet état pour en sortir, au contraire il lui convient d'être aussi menuë qu'elle peut. Quand elle est dehors, les premiéres Jambes viennent se montrer sur le bord de la Coque ouverte où elles s'appuyent, & le reste du corps ensuite se tire facilement en haut sur cet appui.

La Mouche dégagée de sa Coque n'est pas encore entiérement Mouche par les fonctions. Ses deux Aîles immobiles, appliquées des deux côtés de son corps, ne sont que comme deux Bâtons roides, & tout au plus on s'apperçoit que ce sont deux Eventails bien pliés. Tout l'Animal paroît inanimé, mais en quelques heures il lui vient de la vie, ses Aîles s'étendent peu à peu, il vole enfin. Quoique les Insectes ne croissent plus après leur derniére métamorphose, il semble que celui-là croisse encore étant sorti de sa Coque, ses Aîles même non-seulement se déployent, mais deviennent plus épaisses. Cependant M. de Reaumur croit que cet accroissement n'est qu'une apparence produite par l'Air dont l'Animal se pénétre alors intimément, jusqu'entre deux Membranes très-fines, qui forment ses Aîles.

Dès que la Mouche a toute sa perfection & toute sa force, elle n'est plus destinée qu'à l'accouplement, & de plus, si

elle est femelle, à la ponte. L'accouplement n'a rien de remarquable, si ce n'est que dans ce même Genre de Mouches de la Viande, il y a des especes où la Femelle fait les principales avances, où elle introduit dans la partie postérieure du Mâle une partie qui va chercher la liqueur de la fécondation; du moins M. de Reaumur a de bonnes raisons pour le conjecturer, & en général on voit que des grands Animaux aux Insectes, tout est presque à contre-sens.

La Mouche Bleuë n'attend que la fécondation pour se soûlager de ses Œufs qui remplissent presque toute la capacité de son corps, non-seulement elle a soin de ne les déposer que sur de la Viande, mais elle choisit de la Viande fraîche & humide, autrement les petits Vers, qui vont éclorre, y périroient faute d'y pouvoir mordre, si elle étoit séche & dure, ils l'attendrissent encore eux-mêmes par une certaine humeur glutineuse qu'ils transpirent, & qui en hâte la corruption à leur profit, car on éprouve que la Viande exempte de Vers, ne se corrompt que plus lentement.

Ces Vers croissent avec une vîtesse prodigieuse. En 24 heures, ils peuvent devenir 210 fois plus gros, ce qui est monstrueux par rapport à tout ce que l'on connoissoit. C'est en pesant une certaine quantité d'Œufs, & ensuite les Vers qui en sont sortis, que l'on s'assûre de cette énorme différence.

Les Œufs n'ont pas été jettés çà & là au hazard, ils sont par petits paquets séparés, où ils ne sont pas même encore confusément, mais posés parallelement les uns aux autres, & de façon que leur bout, soit antérieur, soit postérieur, regarde du même côté.

Il y a dans quelques especes des Œufs qui, à leur bout antérieur, portent deux petits Aîlerons étendus en dehors, l'un à droite, l'autre à gauche. Si l'Œuf étoit poussé de haut en bas dans quelque matière molle, ils empêcheroient qu'il ne s'y enfonçât entiérement, & c'est effectivement pour cela qu'ils paroissent faits. Lorsque la Mere fait entrer ses Œufs dans de la matiére qu'elle trouve bien conditionnée, ils pourroient y entrer de façon à y être engloutis, le bout antérieur

étant submergé, le Ver qui doit sortir par-là ne le pourroit pas; les Aîlerons empêchent cette submersion, & préviennent ce péril.

Nous n'avons encore parlé que de Mouches Ovipares, mais dans ce même Genre, où nous sommes, de Mouches à deux Aîles, il y en a aussi de Vivipares, quoiqu'en moindre nombre, du moins selon ce qu'on en sçait jusqu'à présent.

On a soupçonné, car que ne peut-on pas penser des Insectes? qu'une même Mouche pouvoit être Ovipare, & Vivipare, faire ses Petits tantôt renfermés dans des Œufs, tantôt dégagés de ces enveloppes. Mais M. de Reaumur a trouvé par sa fine Anatomie trop de différence entre la disposition intérieure des Mouches Ovipares, & celle des Vivipares. Dans les Ovipares, des Vaisseaux rassemblés en deux paquets renferment deux tas très-distincts d'Œufs, l'un à droite, l'autre à gauche. Dans les Vivipares, une membrane assés large roulée en cinq tours autour d'un centre, qui est celui du Corps, est chargée d'Œufs assés réguliérement, & même agréablement arrangés. Il n'est pas vraisemblable que deux méchanismes si différents, ne soient pas destinés chacun à son usage particulier, exclusivement à celui de l'autre.

On trouve assés de Vers, mais on ne sçait s'ils sont sortis d'Œufs, ou nés vivants, & à les suivre avec beaucoup d'attention jusque dans leur état de Mouches, on ne sçait encore le plus souvent s'il en vient des Œufs, ou des Vers, car il est très-rare de voir les Mouches dans l'action de pondre. M. de Reaumur a imaginé de les faire accoucher de force, lorsqu'il les voit assés proches naturellement de leur terme. Il leur serre le ventre entre ses doigts avec une certaine force dont on apprend le degré par l'usage, & il voit sortir ou des Œufs, ou des Vers.

Il y a des Vers qui naissent deux fois, puisqu'on peut dire qu'un Animal est *né*, lorsqu'ayant toute la forme qu'il doit avoir, il est sorti du lieu où il a acquis cette forme par degrés. En ouvrant certaines Mouches vivipares, on trouve des Vers parfaitement sortis des Œufs contenus dans cette

Membrane roulée dont nous avons parlé. Ils sont déja précisément tels qu'ils seront, ils sont donc nés à l'égard des Œufs où ils étoient, quoiqu'ils soient encore renfermés dans le ventre de leur Mere, & quand ils en sortiront, ce sera la seconde naissance, plus marquée, & plus sensible.

Ces Vers qui ont deux naissances ne peuvent pas avoir la premiére tous à la fois, ni par conséquent la seconde. Ils sont plus gros étant Vers qu'ils n'étoient Embrions, & comme ils se meuvent à leur gré, il leur faut plus d'espace qu'à des Œufs immobiles. Le Ventre de la Mouche ne pourroit donc pas les contenir tous sous la forme de Vers. Leur nombre fortifie encore cette preuve, il peut y en avoir jusqu'à 20 mille. Cependant les pontes successives ne tiennent pas beaucoup de temps.

Nous remarquerons à cette occasion, qu'il y a telle Mouche vivipare qui n'a jamais que deux gros Œufs à la fois. Voilà deux *extrêmes* bien éloignés.

M. de Reaumur a suivi les Mouches aussi loin que les Yeux & le Microscope ont pu aller. Il a fini par une Mouche qui quoiqu'elle ait les Aîles, quand elle les étend, fort grandes par rapport au reste de son Corps, ne paroît pas aux yeux faire en tout un plus grand volume que la tête d'une grosse Epingle, mais il est bien certain que ce ne sont pas là les plus petits Animaux de cette espèce, puisque ces Mouches sont nées de Vers plus petits, & en produiront à leur tour, & qui sçait à quel terme de petitesse les Animaux s'arrêteront? car le terme de grandeur, nous l'avons pour ce Globe Terrestre.

Tout le Monde sçait que certaines liqueurs, de l'eau où l'on a fait infuser certaines matiéres, paroissent au Microscope pleines d'Insectes, de Vers souvent très-vifs. Il y a toute apparence que ces derniéres petites Mouches visibles à l'œil, & même d'autres invisibles, ont été déposer ou leurs Œufs ou leurs Petits vivants sur ces différentes liqueurs, & que par la subtilité de leur instinct, elles ont choisi celles qui leur convenoient le mieux.

Toute la difficulté ne peut être que de s'assûrer si ces Insectes n'étoient point naturellement contenus dans ces liqueurs, s'ils leur sont venus de dehors. M. de Reaumur prétend qu'il n'y a point d'Insecte qui puisse se conserver vivant dans une liqueur bouillante, les particules de feu, aussi subtiles & agitées qu'elles le sont, détruiront toute organisation animale, & le plus petit corps ne pourra se dérober à elles par sa petitesse. Des Insectes qui paroissent au Microscope dans des Infusions qui avoient bien bouilli, n'y étoient donc pas naturellement, l'Air ou plûtôt de petits Animaux dont l'Air est plein, les y ont apportés, & ce qui le confirme bien, c'est qu'ils ne paroissent qu'au bout de quelque temps. Quand on expose à l'Air de l'eau simple, ou des Infusions qui n'ont point bouilli, il faut attendre le même temps pour voir les Insectes; nouvelle confirmation. Les différentes Infusions ont différents Insectes, & tant dans celles qui ont bouilli que dans celles qui n'ont pas bouilli, on ne voit que les mêmes Insectes, ceux qui sont propres à chacune.

Plusieurs habiles gens croyent que les Maladies Epidémiques viennent des Insectes, ce sentiment est tout au moins très-probable. On avale par la respiration ces petits Animaux invisibles de l'Air, & pour l'ordinaire on les avale impunément, quoiqu'ils puissent picoter, & déchirer des parties très-fines, quoique les cadavres de ceux qui mourront dans notre corps puissent y causer quelque corruption, mais enfin ils n'auront pas été en assés grande quantité pour produire ces mauvais effets. Que si, comme il est très-possible, il vient une année, une saison, où leur nombre soit beaucoup augmenté, les mauvais effets s'ensuivront. Il est encore très-possible que ces Animaux ne soient pas tous funestes par le nombre seul, mais que quelques especes seulement le deviennent en ce cas-là. Il y aura quelques especes ennemies des Hommes, d'autres des Bœufs, &c. Les unes pour une partie du Corps, les autres pour une autre, &c. car le prodigieux nombre d'Insectes visibles que l'on connoît, autorise

à en ſuppoſer autant d'inviſibles, & quoiqu'il reſte à tout cela du vague & de l'indéterminé, il y en a ſans comparaiſon moins que dans toutes les ſuppoſitions qu'on feroit de la corruption ſeule de l'Air.

Après les Mouches communes qui ſe répandent en Eté juſque dans les maiſons, il n'y en a point de plus connuës que les Couſins, ne fuſt-ce que par le mal qu'ils nous font, quelquefois aſſés conſidérable. Nous finirons par une Hiſtoire des Couſins, ſuivie d'un bout à l'autre, mais fort en abrégé, & que nous croyons qui pourra ſuffire à la curioſité de la plûpart des gens.

Les Couſins commencent par être des Vers aquatiques, ils n'aiment point les eaux courantes, ils préferent celles qui ſont en repos, ou même qui croupiſſent, comme celles des Marais, & de-là vient qu'ils ſont en ſi grande quantité dans les lieux marécageux.

Quoiqu'aquatiques, ils ont perpétuellement beſoin d'air, & ils le prennent par un tuyau aſſés long, qui ſort de la partie poſtérieure de leur corps, de leur dernier Anneau. Ils expirent quelquefois de l'air par ce même conduit, à moins cependant que ce conduit qui paroît ſimple, ne ſoit double, ce qui ſeroit très-poſſible.

Ils tiennent toûjours ce tuyau exactement poſé ſur la ſurface de l'eau où ils nagent, ou ſeulement un peu au deſſus, de ſorte qu'ils ont toûjours la tête en bas. D'autres Vers aquatiques ne reſpirent que par un pareil tuyau, mais plus long; auſſi en élevent-ils une plus grande portion hors de l'eau, & quand ils ſont pluſieurs enſemble, on voit la ſurface de l'eau picquée de petits dards perpendiculaires, ſans que l'on voye d'où ils partent, ni ce qui les ſoûtient dans cette ſituation.

Les Vers qui deviendront Couſins, changent trois fois de peau en quinze jours ou trois ſemaines, & cela ſans ſortir de l'eau, mais non pas ſans y changer de ſituation. Ils s'étendent horiſontalement ſur ſa ſurface, le dos en enhaut, ils ſe recourbent un peu en enfonçant la tête & la queuë ſous l'eau, & s'y appuyant par les deux extrémités de leur corps, & un effort

effort qu'ils font en même temps contre la peau de leur dos, la fait entr'ouvrir, & cette premiére fente une fois faite s'aggrandit toûjours, & laisse passer facilement le corps entier revêtu d'une peau nouvelle, plus tendre & plus blanche. La vieille dépouille a aussi parfaitement la forme de tout ce qu'elle enveloppoit, qu'un Gand a celle de la Main.

C'est encore précisément la même chose quand ils changent de peau la derniére fois, & pour se métamorphoser; toute la différence est qu'alors ils sortent de leur ancienne peau avec une figure courte & lenticulaire, au lieu qu'ils en avoient auparavant une longue & cilindrique. On voit une Nimphe qui n'est point enfermée dans une Coque d'aucune espece, qui n'est point immobile comme la plûpart des autres, qui n'a nulle apparence de devoir bien-tôt habiter l'Air & voler, & qui bien loin de là nage au moyen d'une espece de petit Aviron qu'elle a.

Cette Nimphe cependant deviendra Cousin. Si le Corcelet ou le Corps d'un Cousin touchent l'eau, il est perdu, il périt aussi-tôt ; comment la Nimphe qui est sur l'eau pourra-t-elle devenir Cousin sans que son Corcelet ou son Corps touchent l'eau ? Car on juge bien que sa métamorphose une fois faite, il n'y a plus rien à craindre, elle s'envolera. Elle a donc besoin d'employer dans le temps de sa métamorphose une extrême adresse, & on n'auroit pas trop deviné tout ce qu'elle en employe.

Elle se défait de sa peau de Nimphe, à peu-près comme elle s'étoit défaite de ses peaux, étant Ver; à mesure qu'elle se dégage de son enveloppe, elle se dresse sur la surface de l'eau, & y fait tomber ce qui est déja détaché de son corps, de sorte qu'elle s'en fait une espèce de petite planche flotante, qui la porte. Quand elle est entiérement dépouillée, elle est perpendiculairement sur cette planche comme un Mât; la planche a même vers ses bords quelque courbûre qui la rend plus semblable à un Bateau, & empêche l'eau d'entrer. Après cela le Cousin, qui a toute sa derniére forme, n'a plus qu'à étendre ses longues jambes de devant sur l'eau qui l'appuye

ſuffiſamment, & celles de derriére ſur ſon Bateau, & il s'envole ſans s'être aucunement mouillé le Corcelet ni le Corps; la longueur de ſes Jambes l'en a préſervé. Toute l'opération de la métamorphoſe ne dure guére qu'une Minute, mais comme elle eſt fort délicate, le moindre mouvement de l'eau, le moindre vent la trouble, & il y périt beaucoup de Couſins, dont l'eſpece ſoûtient aiſément cette perte par ſa fécondité. La Nature a tellement balancé les périls & les préſervatifs, les inconvénients & les reſſources, que les uns ne prévalent jamais conſidérablement ſur les autres, & que tout ſe maintient à peu-près dans le même état.

Dès que les Couſins ſont parvenus à l'être, ils ſont nos ennemis déclarés, ils nous attaquent & nous bleſſent avec des traits empoiſonnés, & quelquefois la multitude de ces bleſſures peut mettre des bras ou des jambes en péril. L'inſtrument, dont le Couſin ſe ſert, eſt une Trompe très-viſible, longue d'une ligne, terminée par une pointe très-déliée, cela eſt bien ſimple, mais ce n'eſt plus la même choſe au Microſcope, l'Aiguillon n'eſt pas unique, ç'en ſont cinq ou ſix, ils ſont enfermés dans un Etui plus ſolide, cet Etui eſt fendu dans ſa longueur, & s'ouvre quand il faut laiſſer ſortir les Aiguillons. Mais pourquoi pluſieurs Aiguillons? picquent-ils tous enſemble ou ſéparément? ſe relayent-ils les uns les autres? que devient l'Etui ouvert pendant que l'Aiguillon picque? car l'Aiguillon s'enfonce dans notre chair, preſque de toute ſa longueur, & l'Etui ne le ſuit pas, puiſqu'ils ſont alors ſéparés. De plus il ne ſuffit pas à l'Inſecte de nous picquer, il faut qu'il ſucce notre ſang pour ſe nourrir, & on ne voit point par quel canal il peut le ſuccer.

Toutes ces difficultés & d'autres encore plus recherchées, ont été amplement traitées par M. de Reaumur, qui pour les réſoudre s'eſt ſouvent offert volontairement aux Couſins, & a donné ſon ſang; mais il ne s'eſt pas encore contenté ſur tous les points.

On peut être ſurpris qu'une auſſi légére playe que celle qui eſt faite par un Couſin, cauſe une inflammation aſſés

douloureuſe. Mais il eſt très-vraiſemblable que le Couſin, pour rendre plus fluide notre ſang qui ſeroit trop groſſier & trop épais par rapport à ſes vaiſſeaux, y mêle quelque liqueur qui vient de lui, & que cette liqueur eſt un poiſon pour nous.

Il y a d'autres Mouches qui font bien pis que de picquer, qui vont porter & dépoſer un Œuf ſous la peau d'un gros Animal tel qu'une Vache, un Œuf d'où éclôt un Ver qui ſe nourrit du pus qui arrive ou ſe forme inceſſamment dans la petite cavité où il eſt logé juſqu'à ce qu'il en ſorte pour ſa métamorphoſe, & cependant l'Animal n'en reſſent ni douleur, ni incommodité, quoiqu'il ait quelquefois ſous ſa peau juſqu'à 15 de ces Habitants étrangers. Peut-être ſont-ils même là comme des Cauteres qui font un bon effet, tant il regne par-tout une grande variété.

Dans cette grande multitude de Couſins que l'on voit, on n'en a point encore vû deux accouplés. Les Œufs font diſtinguer bien ſûrement les Femelles d'avec les Mâles, mais on en demeure là. M. de Reaumur, qui les a bien épiés, en eſt réduit à ſoupçonner qu'ils ne s'accouplent qu'en l'air, aſſés haut pour être hors de la portée de notre vûë, & peut-être même pendant la nuit pour aſſûrer mieux le miſtere.

En récompenſe leur ponte eſt un morceau des plus curieux de leur Hiſtoire. Il faut qu'elle ſe faſſe ſur l'eau, puiſque les Vers qui naîtront, y doivent vivre. Les Œufs n'y ſont pas ſemés à l'avanture, mais en petits paquets où ils ſont poſés les uns contre les autres, tous en un même ſens, car vûs au Microſcope, ils reſſemblent à des Quilles plus groſſes par le bout d'enbas, & droites ſur l'eau par ce bout-là. On ne concevroit pas bien comment l'Inſecte a pu les placer ſi réguliérement dans cette ſituation, & les aſſujettir à s'y tenir, ſur-tout ceux qui ſont ſortis les premiers, & n'ont pu être appuyés ſur d'autres déja placés, l'Inſecte y employe une induſtrie qu'apparemment on ne devineroit pas. Il étend horiſontalement ſes deux derniéres Jambes, & les croiſe l'une ſur l'autre le plus près qu'il peut de ſon Anus. Le premier

Œuf qui ſort va frapper à l'angle intérieur qu'elles font enſemble, & eſt en même temps retenu par elles dans une même poſition, ſans en pouvoir changer. Pour l'Œuf ſuivant, l'angle des deux Jambes en s'ouvrant un peu plus le reçoit, & le ſerre pareillement, & toûjours ainſi de ſuite. Cette opération ſe fait ordinairement ou ſur une feuille flottante, ou contre les parois de ce qui contient l'eau. Nous pouvons prévoir bien ſûrement que notre admiration augmentera toûjours avec le nombre de nos découvertes. Notre principale inſtruction ſera d'apprendre combien nous ſçavons peu, & combien de choſes nous devons toûjours ignorer.

OBSERVATIONS DE PHISIQUE GENERALE.

I.

ON ſçait qu'il ſe fait une grande évaporation de la Neige, mais on ne ſçait peut-être pas ſi-bien que cette évaporation ſe fait malgré la Gelée, & même quoique le froid augmente. M. de Reaumur en a fait l'expérience.

II.

M. Geoffroy a montré une piéce d'Os trouvée dans une Caverne ſur une Montagne très-élevée près de Bordeaux, appellée Ste Croix du Mont. On a cru que ce pouvoit être l'extrémité inférieure de l'*Humerus* de quelque grand Animal différent de l'Eléphant. Quel ſera cet Animal? Apparemment ce fait tireroit beaucoup à conſéquence ſi on pouvoit l'approfondir.

III.

On a vû aſſés de Météores ignées, Etoiles qui *tombent*, ou qui *filent*, flammes volantes, globes de feux, &c. mais M. de Genſſane fit à l'Académie la relation d'un Phénomene de cette eſpece, qui mérite d'être remarqué parmi tous les autres. Il l'obſerva à Paris le 13 Juillet ſur les 11 heures du ſoir. C'étoit une eſpece de grande Etoile très-brillante, placée aſſés

près des petites Etoiles du Genou droit de Perſée. Son diametre étoit à peu-près le quart de celui de la Lune, & elle avoit une queuë preſqu'à la maniére d'une Comete, mais auſſi brillante que la tête, & pas plus longue que le quart du diametre de cette tête.

Le mouvement de ce Phénomene étoit très-rapide & fort bizarre. Comme il ne fut obſervé qu'à la vûë ſimple, M. de Genſſane vit mieux la bizarrerie qu'il ne put juger de la vîteſſe. Le Phénomene partit du premier point où il avoit été apperçu, & décrivit une Courbe, qui après avoir monté, redeſcendoit juſqu'à un point un peu plus bas que celui de l'origine. Là s'éleverent par cinq ou ſix repriſes des eſpeces de fuſées qui retomboient enſuite au point commun d'où elles étoient parties, & de-là le phénomene retourna au premier point de ſon origine par une ſeconde Courbe qui s'élevoit moins que la premiére. Il retourna encore vers le même point où il s'étoit arrêté dans ſon premier cours, mais par une Courbe beaucoup moins réguliére que les deux précédentes; elle étoit ondée, s'élevant & s'abbaiſſant alternativement, & elle ſe ſeroit étenduë plus loin que les deux autres, ſi une Colline n'eût pas caché le tout. L'obſervation ne dura qu'une bonne demi-heure.

De la grandeur qu'avoit l'Etoile au commencement de l'obſervation, elle vint à n'avoir plus que celle d'une Etoile de la 2me grandeur, & ſon éclat, égal d'abord, & ſemblable à celui de Venus, ne fut plus ſur la fin que celui d'un Charbon ardent. Quand elle alla par la Courbe ondée, l'éclat fut inégal dans les élévations & les abbaiſſements, & plus uniforme dans les autres Courbes qui approchoient plus d'une droite.

IV.

Le 18 Octobre à 4 heures & demie du ſoir, M. Daleman, Ingénieur, revenant de faire un Nivellement à Chamfort dans le Comtat, fut ſurpris d'entendre tout-à-coup un bruit ſoûterrain auſſi grand que celui de 100 pieces de Canon de 24 livres de balle tirées à la fois. La Terre trembla ſous

les pieds, & les Glands de quelques Chênes qui étoient sur son chemin, tombérent aussi dru que si ç'avoit été de la Grêle; le Ciel étoit assés serein. Deux Minutes après il tomba une pluye de terre, comme lorsqu'une Mine a joué, cette secousse dura deux Minutes. M. Daleman apprit que l'allarme avoit été grande à Carpentras; des Cheminées, des Croix de pierre furent abbatuës. Dans plusieurs endroits de la Campagne on trouva la terre entr'ouverte à une si grande profondeur, que les Perches des Laboureurs n'étoient pas assés longues pour aller jusqu'au fond.

V.

Les Paroisses de Meunes & de Coussy dans le Berry à deux lieuës de St Aignan, & à demi-lieuë du Cher vers le Midi, sont les endroits de la France qui produisent les meilleures Pierres à fusil, & presque les seules bonnes. Aussi en fournissent-ils non seulement la France, mais assés souvent les Pays étrangers. On en tire de là sans relâche depuis longtemps, peut-être depuis l'invention de la Poudre, & ce Canton est fort borné. Cependant les Pierres à fusil n'y manquent jamais, dès qu'une Carriére est vuide, on la ferme, & plusieurs années après on y trouve des Pierres à fusil comme auparavant. Voilà ce que M. le Comte de Biévre, qui avoit tout observé sur les lieux & assés long-temps, avoit écrit dans une Lettre que M. d'Isnard fit voir à l'Académie. Les Carriéres & les Mines épuisées se remplissent donc de nouveau, & sont toûjours fécondes, comme le concluoit l'Auteur de la Lettre.

NOus renvoyons entiérement aux Mémoires

V. les M. p. 387. Les Observations du Thermometre faites pendant l'année 1738, en différents Climats, comparées à celles de Paris, par M. de Reaumur.

p. 408. Les Observations Météorologiques de 1738, par M. Cassini.



ANATOMIE.

OBSERVATIONS ANATOMIQUES.

I.

M. LIEUTAUD Médecin à Aix & Correſpondant de l'Académie, a obſervé que la Rate n'a point de groſſeur déterminée, & toûjours à peu-près la même. Il a trouvé & ſur l'Homme & ſur pluſieurs Animaux vivants, que le volume de la Rate dépend de l'Eſtomac plein ou vuide; s'il eſt plein, il la preſſe & la reſſerre; s'il eſt vuide, il lui permet de s'étendre. Ainſi c'eſt dans un même Sujet que la groſſeur de la Rate varie ſelon la circonſtance de l'Eſtomac plein ou vuide, & d'un Sujet à un autre, il y a toute apparence que cette groſſeur ne varie pas plus que celle des autres parties.

Quand l'Eſtomac eſt vuide, le Sang ſéjourne davantage dans la Rate, qui eſt alors gonflée, & y devient moins coulant, & enſuite à meſure que l'Eſtomac, qui ſe remplit, comprime la Rate, ce Sang eſt chaſſé avec force dans la Veine Splénique, devenu plus propre à la ſécrétion de la Bile, parce qu'il a acquis plus de denſité en ſéjournant dans la Rate. M. Lieutaud tire les mêmes conſéquences par rapport aux Veines Méſenteriques, & aux autres Veines dont la réunion fait la Veine-porte.

II.

On ſçait que les Stigmates ſont dans un grand nombre de Chenilles les ſeules bouches de la reſpiration, & que ſi on les ferme en les frottant d'Huile, bien-tôt après ces Animaux meurent. Cependant M. Baſin Correſpondant de l'Académie, & qui ſeconde M. de Reaumur dans ſes recherches ſur les Inſectes, lui a appris qu'ayant ouvert le ventre

à des Chenilles qu'il avoit huilées, & qu'il comptoit pour mortes, il leur avoit vû reprendre la vie; & même l'opération de leur ouvrir le ventre n'avoit pas été médiocrement cruelle, il avoit tiré de leur corps l'Estomac, les Intestins, & toutes les parties qui pouvoient cacher le long Vaisseau qui suit la longueur de leur corps, & auquel on a donné le nom de *Cœur;* qu'auroit-il fallu de plus pour tuer les Chenilles les plus saines & les plus vigoureuses?

C'étoit cela même qui leur avoit rendu la vie, car autrement elles seroient demeurées dans cette apparence de mort, qui se seroit bien-tôt changée en une mort réelle. C'est le fait, mais pour l'expliquer, M[rs] de Reaumur & Basin conjecturent qu'en ouvrant le corps de la Chenille huilée, & en coupant ce qui retenoit l'Estomac & les Intestins, on ouvroit des Trachées qui pouvoient porter l'Air au Cœur. La merveille subsiste pourtant encore en partie, quelle cause a déterminé cet Air à aller au Cœur, lorsqu'on ne voit plus aucun mouvement dans l'Animal?

Il n'est pas étonnant que toutes les Chenilles ne soient pas également fortes, & ne demeurent pas pendant le même temps en état de reprendre la vie. Jusqu'à présent le temps le plus long que l'on connoisse, au bout duquel on puisse les ouvrir utilement, est de 12 heures.

Le Cœur ne recommence à battre qu'un quart d'heure au plûtôt après l'ouverture du ventre.

Comme il est fort long, il recommence à battre tantôt à un endroit, tantôt à un autre, & de là le battement se communique aux autres parties.

Il devient pareil à celui qui se voit dans les Chenilles vivantes, mais il ne dure guére qu'une demi-heure, & il se termine par la véritable mort.

III.

Pendant le Carême de 1737, une Dame dont nous supprimons le nom, âgée de 45 ans, vint de Vesoul à Besançon, pour y solliciter un procès de la derniére conséquence pour elle, & qui, si elle l'eût perdu, eût mis le comble

à des

à des malheurs très-ſenſibles qu'elle avoit déja eſſuyés. Agitée de la plus vive inquiétude, elle ne ſortoit point ou de chés ceux à qui elle avoit affaire, ou des Egliſes pour tâcher de mettre le Ciel dans ſes intérêts; on l'y voyoit quelquefois allant ſe proſterner devant tous les Autels l'un après l'autre, d'une maniére à ſe faire remarquer de tous les Aſſiſtants. Elle dormoit peu, & ne mangeoit preſque point, ſoit parce qu'elle avoit perdu l'appetit, ſoit parce qu'elle ſe déroboit à elle-même ſa ſubſiſtance pour faire plus d'aumônes qui lui obtinſſent un bon ſuccès.

Elle apprit cependant que l'air du Bureau ne lui étoit pas favorable, & la veille du jour qu'elle devoit être jugée, elle tomba vers les 5 heures du ſoir dans un état que l'on prit pour une Apoplexie, & l'on alla avec grande précipitation, chercher M. Attalin Profeſſeur en Médecine à Beſançon, qui y courut avec M. Vacher Chirurgien des Hôpitaux de cette Ville, Correſpondant de l'Académie.

Ils trouvérent la Dame aſſiſe dans un fauteuil, immobile, les yeux fixés en enhaut, & brillants, les paupiéres ouvertes, & ſans mouvement, les bras élevés, & les mains jointes, comme ſi elle eût été en Extaſe. Son viſage, auparavant triſte & pâle, étoit plus fleuri, plus gai, plus gracieux qu'à l'ordinaire. Elle avoit la reſpiration libre & égale, & les Muſcles du bas-Ventre jouoient avec facilité. Son poux étoit doux, lent, & aſſés rempli, le même à peu-près qu'aux perſonnes qui dorment tranquillement. Ses membres étoient ſouples, legers, & ſe laiſſoient manier en tel ſens qu'on vouloit, ſans faire aucune réſiſtance; mais, & c'étoit là ce qui caractériſoit ſon mal, ils n'étoient que trop obéiſſants, ils ne ſortoient point de la ſituation où on les avoit mis.

On lui abbaiſſoit le Menton, ſa Bouche s'ouvroit & reſtoit ouverte. On lui levoit un Bras, enſuite l'autre, ils ne retomboient point; on les lui tournoit en arriére, & on les élevoit ſi haut que l'homme le plus fort ne les eût pas tenus longtemps dans cette attitude, ils y demeuroient d'eux-mêmes tant qu'on les y laiſſoit. On la mit debout pour faire ſur

ſes Jambes les mêmes épreuves que ſur ſes Bras, & pour donner aux Jambes & aux Bras en même temps des attitudes difficiles à ſoûtenir, & il eſt aiſé de juger que non-ſeulement l'envie de connoître & d'approfondir le mal, mais encore une certaine curioſité pour un pareil ſpectacle, firent imaginer tout ce qu'il y avoit de plus bizarre; la Malade fut toûjours comme une Cire molle, qui prend ſucceſſivement toutes les figures que l'on veut, & s'en tiendra éternellement à la derniére. M. Attalin dit qu'il croit qu'elle ſe fût tenuë la tête en bas, & les pieds en haut. Ce qui eſt très-ſurprenant, c'eſt que ſon Corps, quoiqu'on l'inclinât en différentes façons, conſervoit toûjours, & conſtamment un parfait équilibre. Il ſembleroit que la Statuë de Cire ſe colloit par les pieds à ce qui la portoit, pour s'empêcher de tomber.

Elle paroiſſoit inſenſible. On la ſecoüoit, on la pinçoit, on la tourmentoit, on lui mettoit ſous les pieds un Réchaut de feu, on lui crioit même aux Oreilles qu'elle gagneroit ſon procès; nul ſigne de vie. C'étoit une Catalepſie parfaite.

M. Attalin fit venir M. Charles Profeſſeur comme lui en Médecine, la Dame fut ſaignée du pied par M. Vacher, ces M^rs allérent ſouper, & revinrent bien vîte à leur Malade. Ils la trouvérent revenuë de ſon accident, qui avoit duré 3 ou 4 heures, & elle les étonna beaucoup par un diſcours aſſés long, bien prononcé, bien lié, où elle faiſoit une hiſtoire pathétique de ſes malheurs, & racontoit tout le détail de ſon procès, le tout accompagné de réflexions morales qui naiſſoient du ſujet, & de Prieres à Dieu qu'elle n'avoit point priſes dans ſes Heures, mais qu'elle compoſoit ſur le champ.

On commença par la raſſûrer autant que l'on put, aux dépens même de la vérité, ſur ce fatal procès, qui avoit cauſé tant de ravage dans ſon ame, enſuite on l'interrogea ſoigneuſement ſur tout ce qui s'étoit paſſé en elle pendant ſon accès.

Elle ne voyoit rien, quelquefois ſeulement elle entendoit, & même ſi bien qu'elle reconnut quelques perſonnes à la voix. Elle ne ſe ſouvenoit point d'avoir été ſaignée, mais

elle s'en douta quand elle se vit le pied lié. Le Réchaut de feu, qui auroit dû lui faire une impression beaucoup plus sensible qu'une voix, ne lui en avoit fait aucune. Quoiqu'elle eût été fort tourmentée, il ne lui en restoit point de douleur, ni même de lassitude.

Pendant qu'on s'entretenoit ainsi avec elle, on s'appercevoit que de temps en temps elle interrompoit son discours pour pousser de petits soupirs, & que dans ces moments ses yeux devenoient fixes & immobiles. On ne manquoit pas aussi-tôt de faire tout ce qui étoit possible pour prévenir l'accès dont on étoit menacé. Elle revenoit d'abord à elle, & continuoit de parler, mais sans reprendre le fil de son discours où elle l'avoit laissé; elle en commençoit un autre, quoiqu'on la fît souvenir de quoi il avoit été question, & à quel point elle en étoit demeurée; & cela arrivoit toutes les fois que cette petite menace d'accès avoit interrompu son discours. L'idée de ce qu'elle avoit encore à dire périssoit absolument, & il s'en présentoit à elle une autre qu'elle n'étoit pas maîtresse de refuser.

Au bout d'une heure l'accès vint dans toute sa force, les accidents Cataleptiques furent les mêmes, ou peut-être plus marqués que la premiére fois. Quand ils furent finis, la Malade assise dans son fauteuil, se mit à parler pendant une bonne heure & demie sur le ton & dans le stile que l'on connoissoit déja, mais enfin ses discours sensés se changerent en extravagances accompagnées de hurlements affreux, & elle fut attaquée d'une Frénesie violente, dont la Catalepsie n'avoit été que le prélude.

Tous les remedes, que les habiles gens qui la traitoient, purent employer pendant trois ou quatre jours qu'elle passa encore à Besançon, furent inutiles. On la renvoya chés elle à Vesoul, & ce qui ne surprendra peut-être pas moins que sa maladie, elle est actuellement à Vesoul en bonne santé, sans avoir eu aucune récidive. Viendra-t-il un temps où ces sortes de phénomenes s'expliqueront?

IV.

Le même M. Vacher, dont nous venons de parler, a envoyé à l'Académie un petit brin de Paille de Chanvre, qui avoit tué une Femme de 57 ans, d'un tempérament fort & robuste. Elle l'avoit avalé en brisant du Chanvre sur une Bancelle, pour en séparer les Chenevottes, elle ne s'en étoit nullement apperçûë, & elle ne s'en douta que quand elle fut saisie peu de temps après d'une Toux douloureuse, & d'une extrême difficulté de respirer & de parler. Elle se sentoit toûjours le Gosier picoté. Elle mourut en moins de trois jours, & M. Vacher qui l'ouvrit, trouva le brin de Paille dans l'intérieur de la 1re Subdivision des Bronches, qui se distribuë à l'entrée du Lobe gauche du Poumon. Il étoit situé transversalement comme une Barre dans la Bronche au dessus de la division, fiché de maniére qu'il en picquoit par ses deux pointes les parois internes. L'irritation continuelle qu'il causoit à des parties d'un sentiment très-vif & très-exquis, enflamma le Poumon, qui en portoit effectivement toutes les marques, les autres Visceres étant parfaitement sains.

V.

M. le Comte de Biévre écrivoit dans la même Lettre dont on a déja parlé * un fait singulier, qu'il garantissoit. Une Paysanne du Bourg de Villantrois en Berry, accoucha dans l'Eté de 1737, mais l'Arriére-faix ne vint point après l'Enfant, & quelques jours ensuite la parole lui manqua. Quoiqu'elle ne fût pas *délivrée*, la santé lui revint, & elle se remit à travailler dans son ménage comme à l'ordinaire, à cela près qu'elle gardoit un profond silence. Au bout d'un mois, il arriva un accident qui la mit tout d'un coup dans une telle colere contre son Mari qu'elle en recouvra la parole pour le gronder, & apparemment il fut bien repentant. Depuis ce temps-là elle parle aussi souvent & aussi librement qu'avant ses couches, ayant toûjours son Arriére-faix dans le corps. Il y a là bien de l'extraordinaire, & de plus d'une espece.

* p. 38.

VI.

M. le Cat, Démonstrateur Royal & Chirurgien de l'Hôtel-

Dieu de Roüen, a dit à l'Académie que dans un Enfant de huit jours il avoit trouvé les Veines Coronaires réunies dans un seul Tronc, qui, sans pénétrer dans l'Oreillette droite, se jettoit dans la Veine Souclaviére gauche.

VII.

Le même, en faisant la dissection d'un Marcassin, a trouvé la Veine Azigos bifurquée vers la base du Cœur, & jettant chacune de ses Branches dans chacune des Oreillettes.

VIII.

M. Morand a fait voir à l'Académie un morceau de Parchemin, du nombre de ceux qui ont été retirés de l'incendie de la Chambre des Comptes; il avoit souffert un changement qui parut mériter de l'attention. Comme il n'y avoit qu'une moitié de ce morceau qui ait éprouvé l'action du feu, elle étoit plus courte que l'autre d'un grand tiers, les lettres raccourcies & les intervalles des lignes rapprochés à peu-près d'autant. La surface étoit demeurée unie, & l'écriture sembloit en être plus lisible que celle du côté sain.

Il paroît donc que ce morceau de parchemin étoit devenu moins large & en même temps plus épais, en conservant une surface réguliére, ce qui ne permet pas de croire que les Fibres se soient simplement plissées les unes sur les autres.

M. Morand imagina que le tissu du Parchemin étant fait de plusieurs couches de différentes Fibres, les Fibres intérieures s'étoient boursoufflées, pendant que les extérieures s'étoient froncées, ce qui expliquoit la diminution de la grandeur & l'augmentation de l'épaisseur.

Il falloit pour la justesse de l'explication, que la structure du Parchemin y fût conforme, & pour la découvrir, M. Morand fit plusieurs expériences. Celle qui lui réussit le mieux, fut de présenter au feu un morceau de Parchemin ordinaire, au point qu'il fût un peu froncé, un peu rétréci; ensuite il le fit tremper dans de l'eau simplement 24 heures, après quoi il sépara aisément trois couches très-distinctes; les deux extérieures d'un tissu très-serré, celle du milieu plus molle & assés analogue au corps Muqueux de la peau.

Comme le Parchemin ordinaire n'eſt autre choſe que de la Peau de Mouton, dont il n'eſt reſté préciſément que le Cuir, moyennant les préparations qu'il a eſſuyées, M. Morand eſpéroit que le procédé qui lui avoit ſervi à décompoſer le Parchemin, pourroit réuſſir pour décompoſer la Peau de l'Homme, ce qui auroit été utile aux Anatomiſtes, qui n'en développent pas aiſément la ſtructure; mais il l'a eſſayé envain, & il n'a pu tirer pour la diſſection aucun parti de l'obſervation qu'un pur hazard lui avoit offerte.

CEtte année M. Ferren, dont nous avons déja parlé en 1733*, a préſenté à l'Académie de nouvelles recherches qu'il a faites ſur les Vaiſſeaux Limphatiques, appellés par M. Vieuſſens *Nevro-limphatiques*.

* p. 36. & ſuiv.

Sur ce que l'on voit dans les Inflammations un grand nombre de petits Vaiſſeaux pleins de Sang, on juge que ces Vaiſſeaux, du moins une grande partie, ne portent dans leur état naturel que de la Limphe, & on ſe croit bien fondé à imaginer des Vaiſſeaux Limphatiques, tant Artériels que Veineux, deſtinés à recevoir des Vaiſſeaux Sanguins la partie ſéreuſe du Sang, & à la porter dans les parties du Corps à la maniére de ces Vaiſſeaux. Ce n'eſt pas que tout cela ne ſoit extrémement vraiſemblable, mais enfin on ne l'a pas vû, & M. Ferren a beaucoup travaillé pour voir, & y a réuſſi, c'eſt-à-dire, qu'il a vû des Vaiſſeaux Limphatiques dans leur état naturel, remplis ſeulement de leur ſéroſité tranſparente. Il a montré à l'Académie ceux de l'Uvée de l'Œil humain, où ils paroiſſoient en grand nombre, diſpoſés comme des Rayons ſerpentants qui alloient de la circonférence de l'Uvée à celle de l'Iris, & ſe ſubdiviſoient comme des Vaiſſeaux Sanguins. C'eſt dans les Yeux bleus, ou tirants ſur le bleu, que cela ſe voit le plus diſtinctement. Le Mémoire de M. Ferren renferme un détail très-ample de tout ce qui a rapport à la découverte & à l'hiſtoire de ces nouveaux Limphatiques, & fait ſentir l'utilité qu'on doit tirer de cette recherche. L'Académie s'eſt bien confirmée dans l'idée avantageuſe qu'elle avoit de la ſagacité de l'Auteur en Anatomie.

CEtte même année M. le Cat de Roüen, qui se trouvoit à Paris, vint rendre compte à l'Académie des différents succès qu'il avoit eus dans ses opérations de la Taille Latérale. Nous en avons déja touché quelque chose en 1737 *, & * p. 52. annoncé des éclaircissements qu'on va donner.

Il déclara qu'en 1735 & 1736 il avoit cru ajoûter quelque perfection à cette opération, en essayant de faire à la Vessie une incision qui intéressoit le dedans de la Prostate, le Col de la Vessie & un grand pouce de son corps. Le coup de main lui paroissoit facile, mais les suites n'en furent pas heureuses, au moins ne put-on reconnoître d'autre cause de mort dans ceux qui succomberent; ils avoient eu les accidents les plus vifs de la Colique Néphrétique, & l'on trouva dans leurs cadavres que l'incision intérieure alloit presque jusqu'à l'Uretere gauche.

M. le Cat y ayant bien réfléchi, se renferma dans le projet de débrider seulement par une petite incision le Col de la Vessie & la Prostate à côté du *Veru-montanum*, afin d'ouvrir la voye à une douce dilatation. Pour cela il employe des Lithotomes étroits, & après avoir entamé les Téguments & l'Uretre avec un premier, il se sert d'un second un peu courbe, qui a la convexité de son tranchant fort court, tournée vers le *Rectum*, & qui n'abandonne point la crénelure de la Sonde. C'est avec celui-ci qu'il débride sûrement & sans danger le Col de la Vessie. Il assûre aussi qu'il tire de grands avantages des crénelures qui sont au côté droit de tous ses instruments, pour les introduire successivement l'un après l'autre.

C'est à ces corrections qu'il attribuë les bons succès qu'il a eus cette année & la précédente dans huit opérations qu'il a faites dans l'Hôtel-Dieu de Roüen.

En même temps M. Morand & M. Guerin le fils à Paris, M. Perchet à Fontainebleau, & à Naples où il a été appellé pour être le premier Chirurgien du Roy des deux Siciles, & M. de la Haye à Rochefort, ont fait six autres opérations par

la méthode latérale, dont cinq ont réussi; treize en tout sur q atorze.

Nous croyons devoir à cette occasion avertir d'une erreur de fait qui se trouve dans un Traité de Chirurgie de M. Sharp Anglois, Ouvrage estimé. Il n'est nullement vrai que la Taille Latérale ait été défenduë en France. L'Auteur qui avoit été mal instruit, a supprimé ce fait dans une 2de Edition de son Livre. On en auroit pu tirer une conséquence desavantageuse aux Chirurgiens François, & injuste.

NOus renvoyons entiérement aux Mémoires

V. les M. p. 65. Les Remarques de M. Winslow sur plusieurs articles du Traité de Borelli, *De Motu Animalium*.

p. 260. & 305. Deux Ecrits de M. Lémery sur les Monstres.



CHIMIE.

CHIMIE.

SUR L'ETAIN.

NOUS ne répeterons point d'après M. Geoffroy, qui a entrepris d'étudier à fond l'Etain, l'histoire naturelle de ce Métal, des différentes Mines d'où on le tire, de la maniére dont on le reconnoît, dont on le sépare de sa Marcassite, dont on le travaille pour le débiter ensuite, &c. Il nous suffira de dire qu'il y en a en Angleterre, en Allemagne, en quelques pays des Indes Orientales, mais que celui dont nous usons communément en France nous vient d'Angleterre. Ce pays-là est si anciennement connu pour produire l'Etain, que les Grecs ont donné son nom aux Isles Cassitérides. V. les M. p. 103.

L'Etain d'Angleterre n'est point pur. Il y a même de sévéres Réglements qui défendent d'en faire sortir de pur hors du Royaume, cependant quelques Curieux ne laissent pas de trouver moyen d'en avoir quelques morceaux, & M. Geoffroy est de ce nombre.

Tous les Etains que l'on peut avoir de différents lieux sont *alliés*, ou de Plomb, ou de Cuivre, ou de Zinc, ou de Bismuth, ou de plusieurs de ces matiéres minérales à la fois. On a eu dans ces alliages différentes vûës, tantôt de rendre l'Etain plus propre à un certain usage, tantôt à un autre, & peut-être aussi les alliages ont-ils dû être variés selon la nature de l'Etain qu'on avoit eu de la Mine.

Nos Potiers d'Etain ont des Epreuves pour reconnoître les alliages de l'Etain commun qu'ils employent, & il leur est ordonné de n'en employer que d'une certaine qualité; mais ces Epreuves suffisantes pour le dessein des Loix, & pour l'intérêt ordinaire du Public, ne suffiroient pas pour

satisfaire toute la curiosité d'un Chimiste, ni même pour aller aussi loin qu'une plus grande utilité du Public pourroit le demander. Ainsi M. Geoffroy a entrepris d'examiner par rapport aux alliages toutes les différentes sortes d'Etain qu'il pourroit recouvrer.

Heureusement il avoit entre les mains cette petite quantité d'Etain d'Angleterre défendu, qu'il appelle *vierge*, & comme il est certainement plus pur que tous les autres, c'est à celui-là qu'il les compare tous. Quoique plus pur, il a encore de l'alliage, soit artificiel, ce qui viendra de la manière dont il a été purifié, soit naturel, c'est-à-dire que différents principes, & quelques-uns peut-être qui ne sont pas essentiels, seront entrés dans sa première formation.

M. Geoffroy commença donc ses recherches par cet Etain vierge. Il en prit 2 Onces qu'il fit passer par 12 calcinations successives, chacune d'un feu & d'un temps égal. On voit assés que le dessein étoit d'ouvrir tellement ce Mixte de tous les sens, que rien de ce qui y étoit entré ne pût s'y cacher, & que par des perquisitions si redoublées tout fût forcé à se découvrir. Il étoit important d'observer à la quantiéme perquisition ou calcination un principe paroissoit, & s'il se faisoit reconnoître à des marques plus ou moins fortes.

A la première calcination de l'Etain vierge, il se forme sur la surface du métal en fusion une petite pellicule de parties calcinées qui se disposent en écailles blanches, & un peu rougeâtres. On voit qu'en plusieurs endroits cette pellicule se soûleve, se gonfle, s'ouvre, & qu'il en sort tantôt une petite flamme blancheâtre qui jette une fumée de la même couleur, tantôt une végétation métallique qui n'est pas forte. A la seconde calcination les boursoufflements augmentent, & les végétations devenuës plus considérables s'élevent en forme de Choufleurs; la Chaux blanche commence à être tachetée de noir. Ce noir augmente dans les calcinations qui suivent, les boursoufflements diminuent, les végétations cessent, & enfin à la douziéme calcination, tous les phénomenes des précédentes ont presque entiérement disparu, le peu de chaux

qui reste, est mêlé de quelques grains de métal très-menus, & qui paroissent beaucoup plus durs que l'Etain.

De cet exposé, quoique fort abrégé, & assés superficiel, on peut ou conclurre ou conjecturer qu'il y avoit dans cet Etain vierge beaucoup de Soufre, & un Soufre aisément inflammable, & aisément séparable du Mixte, que les fumées ou vapeurs blanches venoient de parties métalliques essentielles à l'Etain, que les taches noires indiquoient du Plomb mêlé en petite quantité, qui ne se manifestoit que plus tard. M. Geoffroy soupçonne que ces petits grains durs qui ont paru tout à la fin, pouvoient être de l'Argent, mais il n'en a pas eu une assés grande quantité pour s'en assûrer par la Coupelle. Il soupçonne aussi par l'odeur que jettoient quelquefois les vapeurs, & par des réflexions plus recherchées, qu'il pouvoit y avoir dans son Etain quelque mêlange d'Arsenic, qui alors n'eût pas apparemment été artificiel.

Cela suffit pour faire comprendre comment M. Geoffroy, ayant une fois sa piéce de comparaison bien établie, & bien connuë, s'en est servi pour examiner d'autres Etains; ceux, par exemple, qui au même nombre de calcinations que l'Etain vierge jettoient moins de vapeurs blanches, avoient moins de parties métalliques propres; ceux dont la Chaux étoit tachetée non pas de noir, mais de verd, avoient du Cuivre, & non pas du Plomb; ceux qui diminuoient davantage de poids par la calcination, avoient du Bismuth, qui est une matiére très-volatile, &c.

M. Geoffroy auroit bien voulu pouvoir séparer l'Etain de tout alliage, même naturel, & l'avoir dans toute sa pureté, mais il avouë qu'il n'a encore pu y réussir, au moins d'une maniére qui fût assés aisée & assés praticable. On ne doit pas en ce Siécle-ci se presser de desespérer de rien.

SUR DU SEL DE GLAUBER TROUVÉ DANS LE VITRIOL.

V. les M. p. 288. * p. 23.

NOUS avons fait en 1729*, un petit dénombrement des différentes matiéres où un seul Chimiste de l'Académie, M. Boulduc, avoit trouvé du Sel de Glauber, que l'on n'auroit pas trop soupçonné d'y être. Cette surprise, si ç'en est encore une, doit augmenter par la découverte de M. Hellot, qui a démêlé aussi de ce Sel dans le Vitriol d'Angleterre. Il avouë que ce n'a été que par hazard, mais ce hazard n'a été le fruit que d'une opération très-longue & très-pénible, dont le détail effrayeroit tout autre qu'un Chimiste bien déterminé à une recherche.

* p. 65. & suiv.

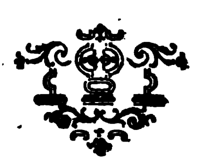
Tout le monde sçait que le Sel de Glauber est formé par un Acide Vitriolique transporté sur la Base du Sel Marin. Nous avons assés amplement parlé de cette Base en 1736*, le Sel de Glauber ne se formera ni d'un autre Acide que le Vitriolique uni à la Base du Sel Marin, ni d'une autre Base que celle du Sel Marin unie à l'Acide Vitriolique. D'un autre côté, on sçait que le Vitriol verd, tel que celui d'Angleterre, est formé de l'Acide Vitriolique uni à une Base terreuse & ferrugineuse.

Il est possible qu'il se trouve dans le Vitriol dès sa première formation un Sel de Glauber, de grands Chimistes tiennent que le Sel Marin est l'origine de tous les autres Sels, il y aura donc par-tout les deux principes qui le composent, son Acide, & sa Base, mais quelquefois désunis, & quand il se formera un Vitriol, il pourra arriver qu'un Acide Vitriolique rencontre une Base de Sel Marin, nuë, pour ainsi dire, & dépourvûë d'Acide, & s'y unisse. Ce Sel de Glauber sera dans le Vitriol en aussi petite quantité, aussi caché, & aussi enveloppé qu'on voudra. Il n'est pas même nécessaire qu'il y ait à la rigueur du Sel Marin dans tous les Sels, il suffit qu'ils soient tous fort mêlés, comme ils le sont certainement.

Mais il eſt beaucoup plus apparent que le Sel de Glauber ſe ſoit formé dans le Vitriol par l'extrême violence du feu, par l'opération de M. Hellot, pourvû qu'il y ait eu dans le Vitriol un peu de Sel-Marin caché. Le feu avoit chaſſé tous les Acides à tel point que d'un *Caput mortuum* de 18 livres de Vitriol, il ne reſtoit que 2 Onces ½ de Sel, dont même près d'un ſixiéme n'étoit qu'une Terre. L'Acide Vitriolique eſt le moins volatil de tous, celui qui s'éleve le plus difficilement. Par conſéquent après que les Acides de ce Sel Marin s'étoient envolés, & avoient laiſſé leurs Baſes à nud, il pouvoit reſter encore des Acides Vitrioliques propres à s'en ſaiſir.

M. Hellot trouve très-vraiſemblable qu'il y ait effectivement du Sel Marin dans le Vitriol, mais il ſera impoſſible de l'y découvrir par la voye de la diſtillation, on vient d'en dire la raiſon d'avance, l'Acide de ce Sel s'envolera avant le Vitriolique, il ſera donc décompoſé, & on ne pourra plus le voir ſous ſa forme naturelle. Il ne reſtera de lui que ſa Baſe dont l'Acide Vitriolique ſe ſera emparé. Un Sel de Glauber repréſentera le Sel Marin qui n'exiſtera plus.

NOus renvoyons entiérement aux Mémoires l'Ecrit de M. Geoffroy ſur la Maniére de préparer les Extraits de certaines Plantes. V. les M. p. 193.



BOTANIQUE.

SUR L'AUGMENTATION DE LA FORCE DES BOIS DE SERVICE.

V. les M. p. 169.

LA Phisique ne demande pas mieux que d'interrompre ses hautes spéculations pour se rendre utile aux besoins de la Société, mais elle ne peut guére être d'une utilité considérable, à moins que ceux qui sont dans les grandes places ne la déterminent à suivre certains objets dont ils connoîtront l'importance, & ne la favorisent dans ses travaux. Heureusement M. le Comte de Maurepas a dans son Département la Marine & l'Académie des Sciences, il a voulu profiter de l'Académie pour la Marine, & a chargé Mrs du Hamel & de Buffon, d'examiner s'il y auroit quelque moyen de rendre plus solides les Bois qu'on employe à la construction des Vaisseaux, & M. de Buffon a travaillé en même temps au même sujet.

Ils ont fait séparément les expériences nécessaires, & elles leur ont donné toutes ce même Résultat; des Arbres, dont on veut employer le Bois à des ouvrages solides, ayant été au temps de la Séve, dépouillés de leur écorce dans toute leur Tige, & laissés sur pied en cet état jusqu'à ce qu'ils meurent, ce qui ne va qu'à trois ou quatre ans au plus, fournissent un bois plus pesant, plus serré, & plus uniformément serré, que ne seroient d'autres Arbres de même espece, de même âge, de même grosseur, semblables en tout, mais qui n'auroient pas été dépouillés de leur écorce, & traités de même. Outre cela ils fournissent plus de bois bon à employer, car des autres Arbres, il en faut retrancher l'Aubier, qui est trop tendre, & trop différent du Cœur ou bois parfait, au lieu que dans ceux-ci tout est Cœur, leur Aubier

ou ce qui en tient la place, est aussi dur, & même plus dur que le Cœur des autres.

Il paroît d'abord assés surprenant que pour amener le bois à cette perfection, il ait fallu mettre l'Arbre dans un état qui hâtoit beaucoup & infailliblement sa mort, mais quand on vient à y réfléchir, la raison Phisique se découvre. Un Arbre croît par des Sucs qui, montés de la Racine, s'insinuent non-seulement dans toutes ses parties pour le nourrir, mais principalement entre son écorce, & le bois déja fait, où ils forment de nouvelles couches qui ne se durcissent & ne deviennent bois qu'avec le temps. Dans un Arbre entiérement écorcé, ces couches nouvelles ne peuvent plus se former, & d'autant moins que le bois, qui est alors nud, se resserre par l'attouchement immédiat de l'Air. Mais en même temps les Sucs n'en montent pas moins de la Racine dans toute la Tige dépouillée, & ils ne peuvent plus que s'arrêter & se figer dans tous les interstices vuides, & cet effet est d'autant plus grand qu'ils montent en plus grande abondance, comme ils font au temps de la Séve. C'est dans ce temps qu'il faut écorcer, parce que les Canaux des Sucs étant alors plus ouverts, on est plus sûr qu'ils en recevront dans la suite tout ce qu'ils en pourront recevoir; à la longue ces Canaux gorgés de Sucs se ferment les uns après les autres, & l'on voit que l'Arbre pousse toûjours moins de feuilles, les pousse plus tard, & les perd plûtôt, jusqu'à ce qu'enfin il meure quand tous ses Canaux, ou la plus grande partie, sont fermés, mais c'est par cette raison-là même qu'il laisse un bois plus compacte, plus solide, & d'une solidité plus uniforme. On sçait assés combien cette uniformité est requise dans les bois de Service, & que s'ils ont un endroit foible, c'est toûjours par-là qu'ils sont attaqués, & qu'ils le sont beaucoup plûtôt que s'ils avoient fait par-tout une résistance égale.

La différence de poids, & par conséquent de solidité entre deux morceaux de Chêne qui ne différent qu'en ce que l'un vient d'un Arbre écorcé, & l'autre d'un Arbre non écorcé, peut être comme de 4 à 5, ce qui n'est pas peu considérable.

Malgré cet avantage de l'écorcement des Arbres, les Ordonnances le défendent sévérement dans le Royaume, & nos deux Académiciens ont eu besoin de permissions particuliéres pour oser faire leurs expériences. Mais les Ordonnances n'ont pas eu tort de ne point compter sur un avantage que l'on ne connoissoit point, & qu'on ne devoit pas deviner. Il est bien vrai que Vitruve avoit dit que les Arbres entaillés par le pied en acquéroient plus de force pour bien servir dans les Bâtiments, ce qui est bien éloigné de l'écorcement total, & enfin n'étoit qu'un mot ancien parfaitement oublié. Il est vrai encore qu'un Auteur moderne & Anglois, cité par M. de Buffon, avoit rapporté cette pratique comme usitée dans une Province d'Angleterre, mais cela n'étoit guére plus connu, & nos Ordonnances faites dans des temps peu Phisiciens, se sont déterminées sur des inconvénients qui frappoient les yeux. Le Tan nécessaire pour les Cuirs, se fait avec de l'écorce de Chêne, & on l'enlevoit dans le temps de la Séve, parce qu'alors effectivement elle étoit plus aisée à enlever, & que l'opération coûtoit moins, mais ces Arbres écorcés ayant été abbattus, leurs Souches repoussoient moins, parce que les Racines s'étoient trop épuisées de Sucs dans la Séve. On croyoit aussi que les Souches ne repoussoient plus du Colet, comme il le faut pour faire de nouveau bois, ce qui n'est vrai que des vieux Arbres, ainsi que M. de Buffon s'en est assûré. Maintenant que l'on est plus Phisicien & plus éclairé, il sera aisé dans ces sortes de matiéres, d'apporter, quand on le jugera à propos, des modifications aux anciennes Ordonnances, & de les rendre plus utiles au Public, & parfaitement dignes de notre Siecle.

Pour mettre d'abord toute cette matiére sous un seul coup d'œil, nous avons donné & le Résultat général de toutes les Expériences, & son explication Phisique; mais cette explication est composée de plusieurs parties, dont chacune n'a été constatée, du moins jusqu'à un certain point, que par beaucoup d'expériences particuliéres, & c'est ce qu'il est bon de voir plus en détail, ne fût-ce qu'à cause de quelques connoissances

connoiſſances incidentes qui en peuvent naître.

Un Arbre entiérement écorcé produit encore au moins pendant une année des Feuilles, des Bourgeons, des Fleurs & des Fruits, & par conſéquent il eſt monté des Racines dans tout ſon bois, & dans celui qui étoit le mieux formé, une quantité de Séve ſuffiſante pour ces nouvelles productions. La ſeule Séve, qui a été propre à nourrir le bois, a fait auſſi tout le reſte, & il n'eſt pas vrai, comme quelques-uns le croyent, que la Séve de l'écorce, celle de l'aubier, & celle du bois, nourriſſent chacune une certaine partie à l'excluſion des autres.

Pour comparer la tranſpiration des Arbres écorcés & non écorcés, M. du Hamel fit paſſer dans de gros Tuyaux de Verre, des Tiges de jeunes Arbres toutes ſemblables entre elles à cela près, il les maſtiqua bien haut & bas, & il obſerva que pendant le cours d'une journée d'Eté, tous les Tuyaux ſe rempliſſoient d'une eſpece de vapeurs, de brouillards, qui ſe condenſoient le ſoir en liqueur, & couloient en bas, c'étoit là ſans doute la matiére de la tranſpiration; elle étoit ſenſiblement plus abondante dans les Arbres écorcés. De plus, on voyoit ſortir des pores de leur bois une Séve épaiſſe, & comme gommeuſe.

De-là M. du Hamel conclud que l'écorce empêche l'excès de la tranſpiration, & la réduit à n'être que telle qu'il faut qu'elle ſoit pour la végétation de la Plante; que puiſqu'il s'échappe beaucoup plus de Sucs des Arbres écorcés, leurs Couches extérieures doivent ſe deſſécher plus aiſément & plus promptement; que ce deſſéchement doit gagner peu à peu les Couches plus intérieures, & d'autant plus que celles-ci ſont reſſerrées par les extérieures qui ne s'étendent plus, & au contraire ſe reſſerrent; que cette cauſe ſe joint apparemment à celle du défaut des Sucs qui auroient paſſé entre l'écorce & le bois pour former de nouvelles Couches, & que toutes deux arrêtent l'accroiſſement de l'Arbre, ce qui l'oblige, comme il a été dit, à ne croître plus qu'en ſolidité

& en force; enfin que cette Séve, qui ne se voit que sur les Arbres écorcés, est une substance qui se perd alors utilement, puisqu'elle n'a plus de nouvelles Couches à former, & que si toute la Séve à la fois s'employoit à rendre le bois plus dur, tous les Canaux se boucheroient trop vîte, & trop peu uniformément.

Si le dessechement d'un Arbre écorcé contribuë à le faire mourir au bout de quelques années aussi-bien qu'à l'empêcher de continuer à croître, on pourra retarder sa mort en prévenant le dessechement par quelque artifice, comme par un enduit de quelque Cire, par quelque Enveloppe, &c. Et en ce cas on pourroit espérer que l'Arbre qui vivroit plus longtemps sans croître, se fortifieroit davantage. M. du Hamel a eu cette pensée, dont l'expérience jugera, ainsi que de toutes les autres, quoique déja plus appuyées par l'observation. Il ne faut pas se hâter de croire qu'on ait tout vû dans un sujet.

V. les M. p. 227.
NOus renvoyons entiérement aux Mémoires L'Ecrit de M. de la Condamine sur l'Arbre du Quinquina.





ARITHMETIQUE.

CEtte année M. Rouſſain a préſenté à l'Académie une maniére de faire les Multiplications & Diviſions Arithmétiques par de petits Bâtons à l'imitation d'une Méthode du Baron Neper. On a trouvé que M. Rouſſain rendoit cette Méthode plus commode & plus ſimple, en affermiſſant ces Bâtons dans un Cadre, & diſtinguant certaines Bandes de Chiffres par des couleurs, ce qui prévient les erreurs que pourroit produire le dérangement des Bâtons, & a paru fort bien imaginé.



GEOMETRIE.

CEtte année M. de Cury, dont nous avons déja parlé en 1728 * & en 1730 *, a fait voir à l'Académie une Théorie assés étenduë des figures isopérimetres rectilignes.

* p. 52.
* p. 96.

Tout le monde sçait qu'aucune figure fermée, soit rectiligne, soit curviligne, soit mixtiligne, ne contiendra jamais une aussi grande aire qu'un Cercle qui lui seroit isopérimetre. On en a donné la démonstration *à priori* dans les *Eléments de la Géométrie de l'Infini*. Un périmetre étant posé, l'aire qu'il contiendra sera d'autant plus grande 1° que le nombre de ses côtés sera plus grand, & qu'ils seront 2° plus égaux entre eux, & 3° d'une position plus égale. Ces trois principes se trouvent dans le Cercle à leur derniére perfection.

Si l'on conçoit qu'une ligne qui sera le périmetre constant d'une infinité de figures indéterminées, ait été d'abord la circonférence d'un Cercle, elle aura donc renfermé la plus grande aire possible, & elle n'en renfermera plus que de moindres, si elle devient ensuite le périmetre de telles autres figures qu'on voudra. On peut concevoir ces aires décroissant par degrés depuis celle du Cercle. Ces aires non circulaires ne laisseroient pas de pouvoir être égales à des aires circulaires qu'il seroit facile de concevoir, & même de déterminer, & l'on auroit une Suite de Cercles décroissants qui représenteroient les aires des différentes figures isopérimetres. Il est clair que les rayons de ces différents Cercles auroient toûjours entre eux un rapport réglé sur celui des aires.

Pour mettre quelque régularité, & une régularité géométrique & calculable dans les figures isopérimetres rectilignes en nombre infiniment infini que l'on peut faire avec une ligne constante donnée, M. de Cury veut que toutes les figures

qu'il considérera soient formées de deux parties. La 1re est composée de côtés en nombre quelconque, & d'une grandeur quelconque, mais tous égaux entre eux, & ayant aussi la même position. Il est évident qu'ils sont une Suite de Cordes d'un même Cercle, où ils peuvent être inscrits. La 2de partie de la figure, & celle qui la ferme, n'est composée que de deux côtés égaux, posés sur les deux extrémités de cette espece d'arc qui forme la 1re partie, & se rencontrants sous un angle quelconque. Ils seront d'une grandeur quelconque, excepté de celle des côtés de la 1re partie, car alors la figure seroit un Poligone régulier, inscrit tout entier dans un Cercle, & qui auroit certainement la plus grande aire qu'un Poligone semblable & isopérimetre pût avoir.

La figure indéterminée & toûjours isopérimetre de M. de Cury, ou son Poligone irrégulier quelconque, étant bien conçu, il est aisé de voir par les principes établis ici, d'où lui pourra venir la plus grande aire possible. Il faut profiter de tout ce que les suppositions laissent de libre. Les côtés de la 1re partie du Poligone sont supposés égaux entre eux & d'une égale position, on ne peut plus qu'en rendre le nombre le plus grand qu'il se pourra. Dans la 2de partie il faut rendre les deux côtés égaux les moins inégaux qu'il se pourra à ceux de la 1re partie, & en même temps rendre aussi les angles qu'ils font avec ceux de la 1re partie, & celui qu'ils font entre eux les moins inégaux à ceux de cette 1re partie. Par tout cela ensemble le Poligone irrégulier approchera toûjours autant que l'on voudra du régulier, & par conséquent de la plus grande aire qu'il puisse avoir avec le périmetre qu'il a.

De tous les Poligones irréguliers de M. de Cury, il est visible que celui qui a le moins de côtés est un Quadrilatere, car ces Poligones ne peuvent avoir moins de deux côtés dans leur 1re partie, ni plus de deux dans la 2de. C'est cette premiére espece qui a la moindre aire possible entre tous les Poligones isopérimetres; de-là les aires vont toûjours croissant avec le nombre des côtés.

A ces aires croissantes répondent, comme nous venons de le dire, des aires circulaires égales, & ces aires-là ne sont pas fictices ou étrangeres au sujet, puisque réellement tous ces Poligones irréguliers ont leur 1re partie inscrite ou au moins inscriptible dans un Cercle. Ces différents Cercles circonscrits sont plus ou moins grands selon les aires, & y ont un rapport, mais qui variera selon les différents Poligones.

On peut donc imaginer des Courbes telles que leurs Coordonnées auroient entre elles les rapports des rayons des Cercles circonscrits aux aires correspondantes chacune dans son Poligone, bien entendu que ces rayons qui sont des grandeurs d'une seule dimension, & qui comme tels ne pourroient être comparés à des aires qui en ont nécessairement deux, seront multipliés par une ligne constante qui sera le Parametre des Courbes. M. de Cury fait une Equation générale, où il comprend tout ce qui peut faire varier les aires des Poligones irréguliers. Ce sont les mêmes choses que nous avons expliquées, mais dont quelques-unes ont dû prendre une forme ou une expression plus géométrique.

Le tout se réduit à cinq grandeurs, le rayon du Cercle circonscrit, le nombre des côtés de la 1re partie du Poligone, leur grandeur dans ce Cercle, la portion du Cercle qu'occupe la 1re partie du Poligone, la grandeur des côtés de la 2de partie par rapport à ceux de la 1re. Ces grandeurs, qu'il faut laisser indéterminées dans une Equation générale, la rendent assés compliquée par la nécessité des expressions qu'elles demandent. A mesure qu'on en détermine quelqu'une, on voit naître différentes Courbes, dont M. de Cury a donné plusieurs exemples bien choisis, & des Calculs qui ont mérité les louanges de l'Académie sur le sçavoir & *la grande application* de l'Auteur *à toutes les matiéres de Géométrie.*

On pourroit ne pas entendre assés sur quoi portent ces derniers termes, si nous n'avertissions que l'Académie avoit déja vû dans cette même année un autre Mémoire de M. de Cury, dont nous n'avons pu rendre compte, parce qu'il

étoit trop purement Algébrique, & rouloit sur une matiére abstraite. M. l'Abbé de Bragelongne avoit avancé en 1730* un Théoreme sans démonstration sur le nombre de Points doubles dont les Courbes sont susceptibles selon l'ordre dont elles sont. Ce Théoreme nouveau & curieux, & dont il paroît que la vérité doit être assés enveloppée, fut, au jugement de l'Académie, parfaitement démontré par M. de Cury.

* V. les M. p. 434.

M. de Méan, dont nous avons déja parlé* ailleurs, a fait voir à l'Académie une Quadrature du Cercle, à laquelle il ne s'est pas trompé, comme la plûpart de ceux qui entreprennent ce Probleme sans trop sçavoir de quoi il s'agit. Il a bien sçû qu'il ne donnoit qu'une approximation. On en a d'excellentes en nombres, la sienne est d'un autre genre, elle est à l'oeil. Après avoir partagé un demi-Cercle en 6 figures égales, dont 4 sont des Segments, & 2 des Triangles mixtilignes, il change 2 de ses Segments en 2 Triangles mixtilignes d'une autre forme que les premiers, mais d'une superficie égale; ensuite il déplace ces figures, & les arrange de maniére qu'il en forme un Rectangle, à cela près que 2 de ses Segments se croisent tant soit peu, pendant qu'ils laissent d'ailleurs un petit vuide, qui paroît à l'oeil faire une compensation. L'Académie a trouvé cette approximation ingénieuse.

* V. l'Hist. de 1731. p. 92. & celle de 1737. p. 107.

UN Soldat des Invalides a présenté à l'Académie un Mémoire très-confus & très-mal digéré, & dont le stile n'est pas d'un Géometre, où il cherche s'il est possible que le rapport connu de 3 à 1, qui est entre un Cube & une Piramide de même base & de même hauteur, se retrouve entre la superficie quarrée de cette base, & quelque portion de cette superficie qui sera déterminée par une Courbe. C'est-là ce qu'on entend qu'il veut dire. Tous les Géometres

ſçavent que ce rapport eſt trouvé il y a long-temps par le moyen de la Parabole, mais le Soldat ne connoiſſoit point la Parabole, & ce n'a été qu'avec une peine infinie & à force de tête qu'il a pu découvrir qu'une Ordonnée de Courbe égale au côté du Cube donné, réſoudroit la queſtion qu'il ſe propoſoit. L'ignorance de l'Auteur fait ſon éloge. C'eſt par de pareils Ignorants que toutes les Sciences ont dû commencer, & ils pourroient bien être auſſi admirables que leurs plus illuſtres Succeſſeurs.

V. les M. p. 97.

NOus renvoyons entiérement aux Mémoires

L'Ecrit de M. Nicole ſur le Cas irréductible du 3me degré.

V. les M. p. 244.

Celui du même ſur les Equations du 3me degré.



ASTRONOMIE.

ASTRONOMIE.

SUR L'EXCENTRICITÉ DE LA TERRE ET DES PLANETES INFÉRIEURES.

ON ſçait aſſés que le Soleil, autour duquel tournent toutes les Planetes, n'eſt cependant le centre exact du mouvement d'aucune d'entre elles. Les Aſtronomes conçoivent qu'il n'eſt qu'un foyer commun à différentes Ellipſes qu'elles décrivent autour de lui, & que par conſéquent elles en ſont toûjours plus ou moins éloignées dans les différents points de leurs Orbites, ou qu'elles lui ſont excentriques, & même plus ou moins excentriques les unes que les autres. Le point qui dans chaque Ellipſe eſt le plus éloigné du Soleil, qu'on nomme l'*Aphélie*, & le point qui en eſt le plus proche, ou le *Périhélie*, s'appellent d'un nom commun *les Apſides*, & la droite qui les joint eſt la *ligne des Apſides*. Le centre du Soleil eſt ſur cette ligne, & il eſt clair qu'il ne la doit pas couper en deux moitiés égales. C'eſt leur inégalité plus ou moins grande pour chaque Planete ou leur rapport, qui fait la grandeur de ſon excentricité.

V. les M. p. 185.

Elle ſe conclut donc de la figure Elliptique que l'on donne en général aux Orbites des Planetes, & quelque vraiſemblable que ſoit cette ſuppoſition, quelque autoriſée qu'elle ſoit par le conſentement aſſés unanime des Aſtronomes, ce n'eſt enfin qu'une ſuppoſition ; & comme les excentricités des Planetes, & ſur-tout celle de la Terre, qu'on nomme communément l'*excentricité du Soleil*, ſont des Eléments très-importants dans une infinité de Calculs, il vaudroit mieux les avoir par des obſervations immédiates. Les Philoſophes même ſe fient plus à leurs yeux qu'à leur raiſon, il eſt vrai qu'ils ſçavent bien voir. M. de Fouchy donne ici d'abord

une Méthode pour déterminer immédiatement & ſans aucune ſuppoſition l'excentricité de la Terre, qui eſt celle dont nous avons le plus ſouvent beſoin.

La ligne des Apſides de la Terre, qui eſt un diametre de l'Orbe annuel, étant conçûë diviſée inégalement, comme elle l'eſt, par le centre du Soleil, il eſt clair que ſi je puis avoir par obſervation un eſpace dans le Ciel, un arc du mouvement d'une Planete, diviſé inégalement & en même raiſon que la ligne des Apſides de la Terre, j'aurai par le rapport connu des deux parties de cet arc, celui des deux parties de la ligne des Apſides de la Terre, c'eſt-à-dire, l'excentricité de la Terre au Soleil. Quand la Terre eſt dans ſon Aphélie au 1er Juillet ou environ, je prends exactement le lieu de Jupiter dans le Ciel; ſix mois après, la Terre étant dans ſon Périhélie, je prends encore le lieu de Jupiter, voilà dans le Ciel un arc parcouru par Jupiter, dont les deux extrémités répondent à celles de la ligne des Apſides de la Terre; reſte à diviſer l'arc comme la ligne des Apſides eſt diviſée par le Soleil. Or j'aurai ſûrement ſur l'arc le point correſpondant à cette diviſion, ſi j'y puis avoir un point où Jupiter ſoit vû de la Terre préciſément comme il le ſeroit du Soleil. Ce point ne peut être que celui où ſera Jupiter dans ſon oppoſition au Soleil. Donc ſi entre mes deux obſervations extrêmes, j'en ai une de Jupiter oppoſé au Soleil, j'aurai l'arc total de Jupiter diviſé ſelon la même raiſon que la ligne des Apſides de la Terre. On voit bien par-là quels choix de temps ſont néceſſaires pour cette détermination.

Ce n'eſt pourtant pas là à la lettre la Méthode de M. de Fouchy, elle eſt plus géométrique, mais elle ne roule que ſur les mêmes principes. Toutes les mêmes choſes étant poſées, il forme par les trois obſervations des Triangles où les deux moitiés inégales de la ligne des Apſides entrent comme côtés ou baſes, & la Trigonométrie en donne le rapport par le moyen d'angles connus, & d'un côté connu qui eſt la diſtance de Jupiter au Soleil.

La Méthode de M. de Fouchy, & l'idée ſimple que nous

en avons donnée, suppoſent toutes deux que dans le temps des ſix mois pendant leſquels dure en quelque ſorte l'obſervation totale, le mouvement de Jupiter ſoit égal & uniforme, car s'il étoit croiſſant ou décroiſſant, la correſpondance de l'arc décrit par Jupiter, & de la ligne des Apſides de la Terre ſeroit troublée, ou, ce qui revient au même, les mêmes angles obſervés dans des temps égaux, ne donneroient pas les mêmes grandeurs. Or il eſt bien ſûr que le mouvement réel des Planetes n'eſt pas uniforme. Mais ici il ne s'agit que du mouvement de Jupiter pendant ſix mois. Il fait ſa révolution en 12 ans, & par conſéquent 1 Signe en 1 an, & 15 degrés en 6 mois, & on peut ſans erreur ſenſible prendre ſon mouvement pour uniforme pendant cette 24me partie de ſa durée. De plus ce mouvement de 15 degrés eſt coupé en deux parties par la ligne où Jupiter eſt en oppoſition avec le Soleil, & s'il y a de l'erreur, elle ſe diſtribuë également des deux côtés, de ſorte que la proportion des deux parties de la ligne des Apſides de la Terre n'en eſt point altérée, & c'eſt cette proportion que l'on cherche uniquement; enfin c'eſt toûjours dans l'Aphélie & le Périhélie que le mouvement des Planetes eſt le plus inégal, & s'il y avoit beaucoup d'erreur à craindre, on en ſeroit quitte pour ne pas faire l'opération préſente dans des temps où Jupiter, qu'il faut néceſſairement avoir en oppoſition avec le Soleil, y ſeroit vers ſon Aphélie ou ſon Périhélie. Mais M. de Fouchy trouve que même en ce cas-là on ne ſe tromperoit que de 13" tout au plus en ſuppoſant le mouvement de Jupiter égal, ce qui ne produiroit ici aucun effet ſenſible. Et comment en produiroit-elle un? on prouve par le Calcul qu'une erreur de 3', infiniment ſupérieure, n'en produiroit qu'à peine.

Il y auroit encore dans la Théorie de M. de Fouchy une autre ſource d'erreur à craindre. Il faut que la poſition de la ligne des Apſides de la Terre y ſoit bien déterminée, ou, ce qui eſt le même, les points des deux Apſides, tout dépend de-là, & c'eſt ſur quoi les Aſtronomes ne ſont pas d'accord, à un ou peut-être deux degrés près. Mais il ſera aiſé de voir

que cette incertitude eſt trop légere pour être dangereuſe. On peut ſuppoſer ſans crainte que l'Aphélie de la Terre eſt au 8me du Cancer & le Périhélie à l'oppoſite.

Quand la Terre eſt ou préciſément ou ſeulement à peu-près entre ſon Aphélie & ſon Périhélie, dans le lieu d'où elle voit Jupiter en oppoſition, il eſt certain qu'elle en eſt plus proche de tout le demi-diametre ou à peu-près de ſon Orbe annuel, que quand elle étoit dans ſon Aphélie ou ſon Périhélie ſur une extrémité d'un diametre de cet Orbe, qui eſt de 66 millions de Lieuës. Donc les apparences, qui dépendent des diſtances de Jupiter à la Terre, doivent varier. La Latitude de Jupiter, c'eſt-à-dire, l'éloignement où il paroît être du plan de l'Ecliptique, ou de l'Orbe annuel de la Terre, variera donc, & il eſt clair que ce doit être ſelon la raiſon des diſtances de Jupiter à la Terre. Par conſéquent ſi la latitude de Jupiter a été obſervée, & lorſque la Terre étoit dans ſon Aphélie ou ſon Périhélie, & lorſqu'elle étoit ſur la ligne où Jupiter eſt en oppoſition, ces deux différentes latitudes donnent la proportion des deux différentes diſtances de Jupiter à la Terre correſpondantes, & enfin en retranchant de la plus grande de ces diſtances la plus petite, on a la grandeur du rayon de l'Orbe annuel ſur lequel étoit la Terre lorſqu'elle a vû Jupiter en oppoſition. Autant qu'on ſera d'opérations ſemblables, autant on aura de rayons de l'Orbe annuel de la Terre, ce qui ſerviroit à en déterminer exactement la figure. C'eſt-là un fruit ſurnuméraire de la Théorie de M. de Fouchy pour l'excentricité de la Terre.

Cette Théorie, appliquée enſuite aux deux Planetes inférieures, eſt fort ſimple. Venus étant dans ſon Aphélie, on obſerve exactement ſon lieu dans le Ciel, & l'on conçoit une ligne tirée de la Terre à ce lieu où eſt Venus; on en conçoit une autre tirée de la Terre au Soleil, dont le lieu eſt toûjours bien connu; voilà les deux côtés d'un Triangle qui ſe forme, dont la baſe ſera la plus grande moitié de la ligne des Apſides de Venus. Dans ce Triangle on a deux angles, le 1er, celui ſous lequel la Terre voit la diſtance de Venus au Soleil, le 2^{d},

celui sous lequel on verroit du Soleil la distance de Venus à la Terre ; il ne faut donc plus, pour résoudre tout le Triangle, qu'en connoître un côté, & l'on connoît pour le moins celui qui est la distance de la Terre au Soleil. On fait la même opération quand Venus est à son Périhélie, & l'on a de même la petite moitié de sa ligne des Apsides, & par conséquent le rapport de ces deux moitiés inégales, ou l'excentricité de Venus. L'intervalle entre les deux opérations sera de plus de 3 mois $\frac{1}{2}$.

Vers le milieu de cet intervalle Venus doit avoir été nécessairement en conjonction, soit supérieure, soit inférieure, avec le Soleil, puisqu'aux deux extrémités de l'intervalle elle a été la plus éloignée qu'il fût possible d'être en conjonction. Si cette conjonction, qui peut se faire dans tous les points de l'Orbite de Venus, puisqu'elle dépend de la combinaison de son mouvement avec celui de la Terre, s'est faite lorsque Venus étoit dans sa moyenne distance au Soleil, il est certain que dans le temps des deux opérations elle aura été non-seulement sur sa ligne des Apsides, mais encore dans les deux points de cette ligne, l'un le plus éloigné du Soleil, l'autre le plus proche où elle puisse être dans aucune de ses révolutions, & que par conséquent son excentricité y sera mieux marquée. Il sera donc à propos de choisir pour les deux opérations une année où la conjonction de Venus, supérieure ou inférieure, se fasse vers ses moyennes distances au Soleil.

M. de Fouchy prouve par le calcul des erreurs possibles en cette matiére, qu'elles ne sont nullement à craindre. La position de la ligne des Apsides de Venus dans le Ciel est beaucoup plus douteuse que celle de la ligne des Apsides de la Terre, mais quand on s'y tromperoit de 6 degrés, ce qui est excessif, on le pourroit encore impunément.

Les opérations seront les mêmes pour Mercure que pour Venus, mais la Méthode s'arrête là, elle ne va point jusqu'aux Planetes supérieures. L'Orbe de la Terre enveloppe ceux de Venus & de Mercure, mais il est enveloppé par tous les autres. Cette différence de position change tout. Si Jupiter,

par exemple, en opposition au Soleil, est dans son Aphélie, il ne pourra être dans son Périhélie qu'en conjonction, & il y sera invisible. Il sera rare qu'il puisse être visible dans l'Aphélie & le Périhélie d'une même révolution, & quand il le sera, il faudra attendre 6 ans d'une opération ou observation à l'autre. Il nous suffit de faire entrevoir combien différent à cet égard les Planetes des deux différents ordres. M. de Fouchy espere cependant découvrir une Méthode qui déterminera aussi sans aucune hipothese les excentricités des Planetes supérieures.

SUR LE MOUVEMENT DES FIXES.

V. les M. p. 273.

On ne peut mesurer aucun mouvement sans le rapporter à quelque point fixe, & les premiers Astronomes n'ont pas douté qu'ils n'en eussent autant pour la mesure des mouvements célestes, qu'ils voyoient d'Etoiles dans le Firmament. On n'a pas joüi fort long-temps de cet avantage, ou de cette commodité. Nous avons rapporté en 1708 * comment & en quel temps on s'étoit desabusé d'une pensée si naturelle & si conforme au témoignage des yeux. Les Etoiles fixes ne sont plus fixes, elles ont sur les Poles de l'Ecliptique un mouvement d'Occident en Orient qui cause ce qu'on appelle la *Précession des Equinoxes*. Tout cela a été expliqué dans l'endroit cité.

* p. 93. & suiv.

Il est vrai que les Etoiles ne se meuvent qu'assés lentement, & que par-là elles peuvent encore servir de points fixes pour des mouvements d'une plus grande vitesse, il faut même absolument qu'elles en servent, puisqu'on n'a pas de points plus fixes dans le Ciel; mais il faut aussi pour les employer à cet usage, que l'on connoisse leur mouvement dans toute la précision possible, sur-tout quand on leur rapportera des mouvements qui seront aussi d'une certaine lenteur.

Comme on croit à présent qu'elles ne font que 1 degré en 70 ou 72 ans, il est bon d'avoir des observations éloignées

entre elles de tout ce temps-là, & heureusement on en avoit de feu M. Cassini faites en 1670 à l'Observatoire, dès que ce grand Bâtiment fut achevé ; elles en furent presque les prémices. Mais comme le temps qui s'est écoulé depuis est encore assés court par rapport au sujet dont il s'agit, on a jugé qu'il falloit que les observations d'aujourd'hui suppléassent par une extrême exactitude au peu d'intervalle qu'il y auroit entre elles & les derniéres qui les précédoient.

L'objet des opérations est d'avoir en deux temps assés éloignés la détermination du lieu d'une même Fixe en Longitude, la différence des deux lieux sera le chemin qu'elle aura fait pendant l'intervalle des deux observations. On ne cherche point immédiatement la Longitude ou la Latitude d'une Etoile. On les a beaucoup plus facilement par les Ascensions droites & les Déclinaisons, en supposant l'angle de l'Ecliptique avec l'Equateur connu. On a le lieu de l'Ascension droite d'une Etoile en tel temps que l'on veut, en comparant son passage par un certain Méridien déterminé au passage du Soleil dont on connoît toûjours l'Ascension droite, & l'on a la Déclinaison de l'Etoile en comparant dans un même jour sa hauteur Méridienne à celle du Soleil. Tout cela ne demande que des opérations simples & communes, mais qui devenoient difficiles par la rigoureuse précision dont on avoit besoin.

Feu M. Cassini en 1670 avoit choisi Arcturus pour en comparer le passage par le Méridien de l'Observatoire avec celui du Soleil. Les deux passages se font presque toûjours à des hauteurs différentes, ce qui oblige à déplacer la Lunette pour l'un des deux, & peut y causer quelque irrégularité dont on ne s'appercevra pas. M. Cassini prévint cet inconvénient, quoique léger, en choisissant un temps où le Soleil fût dans le même Parallele qu'Arcturus, le mois de Mai, & c'est d'ailleurs un temps favorable aux observations. Le Soleil & Arcturus devoient donc passer par le fil vertical de la même Lunette immobile, & si le centre du Soleil ne passoit pas précisément par le même point de ce fil qu'Arcturus, cela

ne pouvoit causer aucune erreur dans la différence entre ces passages, parce qu'on avoit eu soin de mettre ce fil parfaitement vertical.

La différence de temps entre le passage du Soleil & celui d'Arcturus par le Méridien est une certaine partie, $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{3}$, &c. de la révolution entiére ou du Soleil ou d'Arcturus, & pour avoir exactement la valeur de cette partie, il faut connoître celle de la révolution entiére de l'un ou de l'autre de ces Astres, & l'opération n'est finie que quand l'un ou l'autre a été vû de retour au Méridien. On sçait assés que ces deux révolutions ne sont pas égales, que celle du Soleil est la plus longue, & il y faudra avoir égard; mais une attention plus délicate, c'est que ces deux révolutions commençant & finissant en des temps fort différents, car Arcturus ne passera au Méridien qu'à 10 heures du soir, par exemple, il est possible que pendant l'une de ces révolutions la Pendule ait eu quelque irrégularité qu'elle n'auroit pas euë pendant l'autre, & peut-être aura-t-on préféré par hazard la révolution malheureuse, parce qu'on croyoit le choix indifférent, ainsi qu'il le devoit paroître en effet. Ce choix ne se pouvant faire par raison, le seul moyen d'éviter une erreur qui se cacheroit toûjours, est de faire plusieurs opérations consécutives, où l'on se réglera tantôt sur l'une des révolutions, tantôt sur l'autre, & l'on prendra le milieu des résultats. Aussi-bien en pareille matiére ne se contenteroit-on pas d'une seule opération.

Telles furent en 1670 les principales précautions, & les plus particuliéres au sujet, que feu M. Cassini employa à la détermination exacte de l'Ascension droite d'Arcturus. M. Cassini les a toutes répétées 68 ans après au mois de Mai, & a trouvé enfin le point de l'Ascension droite d'Arcturus avancé vers l'Orient de 57 Minutes. Un intervalle de 68 ans n'a pas suffi pour donner le degré entier, & on n'a pas eu la patience de l'attendre.

M. Cassini avoit pris aussi la déclinaison d'Arcturus, & de ces deux positions de l'Etoile par rapport à l'Equateur, on tire les deux correspondantes qu'elle a par rapport à l'Ecliptique,

l'Ecliptique, sa Longitude & sa Latitude, pourvû que l'on connoisse l'angle de l'intersection de l'Ecliptique & de l'Equateur. On n'en auroit pas douté il y a quelque temps, mais à présent les Astronomes commencent à soupçonner assés généralement qu'il va en diminuant. Ce ne peut être que de fort peu, comme de 1 Minute en 100 ans*, & cela ne peut guére tirer à conséquence pour le mouvement des Fixes en Longitude, si ce n'est après bien des Siécles. Pour la Latitude des Fixes, elle en seroit essentiellement altérée, puisque l'Ecliptique s'approcheroit ou s'éloigneroit toûjours d'une Fixe quelconque, quoique fort lentement encore. Mais enfin cela se vérifieroit par des observations ou extrêmement éloignées les unes des autres, ou d'une précision & d'une finesse qui pourroient tenir lieu d'une grande distance de Siécles.

* V. l'Hist. de 1734. p. 77. &c.

M. Cassini a voulu commencer à éprouver ce dernier moyen, & découvrir, s'il étoit possible, quelque variation de Longitude ou de Latitude dans les Fixes. Il ne l'a pu qu'en observant avec l'exactitude la plus scrupuleuse des positions d'Etoiles déja déterminées par les Astronomes les plus anciens & les plus sûrs, tels que Ptolemée & Tycho, & en comparant à leurs déterminations celles qu'il trouvoit, ou qui avoient été trouvées par les plus habiles Modernes, comme M. Flamsteed. Le résultat d'un long & pénible travail est qu'effectivement il a trouvé des variations dont il ne paroît pas que l'on puisse douter.

Par le mouvement qui fait la précession des Equinoxes, les Fixes ne peuvent avoir de variation en Latitude, elles n'en peuvent avoir qu'en Longitude, & c'est-à-dire seulement que leur Longitude croît toûjours, mais également & uniformément dans toutes, de sorte qu'elles gardent toûjours la même disposition entre elles, la même configuration.

Par le mouvement qui rapprocheroit sans cesse l'Ecliptique de l'Equateur, les Fixes changeroient toûjours & de Latitude, & de Longitude, mais toutes encore également & uniformément, & leur configuration entre elles ne changeroit point. Mais les variations trouvées par M. Cassini ne

peuvent appartenir ni à l'un ni à l'autre de ces mouvements, & ce qui décide en un mot, c'eſt que ſi quelque Etoile a des variations, une autre n'en a pas, ou les a en ſens contraire de ce qu'il faudroit. Les configurations qui devroient être immuables changent. Il y a une Etoile dans l'Aigle, qui, ſi toutes choſes continuënt leur cours, aura à ſon Occident après un grand nombre de Siécles, une autre Etoile qu'elle a préſentement à ſon Orient.

* p. 76. & ſuiv.
Nous avons parlé en 1737*, de l'Aberration apparente des Fixes, découverte dûë au célébre M. Bradley. Par-là il eſt bien vrai que les Fixes ont des variations tant en Longitude qu'en Latitude, & quoique ce ne ſoit là qu'une ſimple apparence, elle ſuffiroit ſi elle répondoit à tout. Mais elle dépend, comme on l'a vû, de certains principes, elle eſt aſſujettie à des circonſtances qui ne quadrent point avec les variations obſervées par M. Caſſini. Toutes les Fixes, par exemple, ont les variations cauſées par l'Aberration de M. Bradley, elles les ont inégales ſelon leur poſition par rapport à l'Ecliptique, même ſelon leur poſition par rapport au Soleil & à la Terre, &c. Rien de tout cela ne ſe retrouve ici.

Il faut donc que les variations dont il s'agit, ne tiennent ni aux mouvements réels de la Préceſſion des Equinoxes, & de la diminution de l'obliquité de l'Ecliptique, ni à l'apparence qui fait l'Aberration des Fixes ; il faut que ces mêmes variations puiſſent n'appartenir pas à toutes les Fixes, du moins dans le même temps, & pour tout cela il faut que ce ſoient des mouvements réels & particuliers, qui rendront les Fixes encore moins Fixes que l'on ne croyoit.

Le Siſteme des Tourbillons, car on eſt ſouvent obligé d'en revenir là, nous offre de lui-même tout ce qu'on peut deſirer ſur cette matiére. Toutes les Fixes ſont autant de Soleils, centres, comme notre Soleil, chacun de ſon Tourbillon, mais centres ſeulement à peu-près, & qui peuvent ſe mouvoir autour d'un autre point central général. Le Soleil pourroit lui-même ſe mouvoir de cette façon, mais s'il eſt à cet égard parfaitement immobile, il eſt plus que vraiſem-

blable que la Loi de la variété infinie qui regne dans la Nature, ne permettra pas qu'ils soient tous de cette exacte immobilité. Il y en aura même qui s'en écarteront jusqu'au point que leurs écarts nous deviendront sensibles, si nous les suivons avec un grand soin. D'ailleurs la compression perpétuelle, l'action réciproque des Tourbillons les uns contre les autres peut très-naturellement dans quelques Tourbillons d'une constitution particuliére, jetter hors de leurs places des Soleils, qui y reviendront, si l'on veut, après bien des Siécles. Il ne faut point craindre d'imaginer trop hardiment dans l'immensité de la matiére, dans la variété infinie de ses mouvements, & dans l'éternité des Ages; tout ce que nous avons à craindre au contraire, c'est que les bornes infiniment étroites où nous sommes renfermés, ne resserrent toûjours trop nos idées.

SUR L'OBSERVATION DU SOLSTICE D'ETE' de 1738.

CET Article se rapporte assés au précédent. Il s'agit d'une Méthode trouvée par M. Manfredi Académicien Associé, pour déterminer les Solstices par les Etoiles fixes, & mise en usage cette année par M. Cassini au Solstice d'Eté. V. les M. p. 404.

Un mois ou environ avant le Solstice dont le temps est connu à peu-près, on prend exactement la différence d'Ascension droite entre le Soleil & une Fixe, ici ç'a été Arcturus. Deux mois après, le Solstice étant arrivé vers le milieu de cet intervalle, on prend encore la différence d'Ascension droite entre le Soleil & Arcturus, lorsque le Soleil se retrouve au même Parallele où il étoit dans le temps de la premiére observation, & il faut qu'il s'y retrouve précisément. Ainsi il sera presque nécessaire que la Lunette soit immobile, comme il a été dit ci-dessus*. Le Soleil qui depuis la premiére observation s'est élevé d'une certaine quantité jusqu'au point du Solstice, & de-là est descendu de la même quantité * p. 71.

jusqu'au point où il a été vû dans la seconde observation, a donc nécessairement coupé cet intervalle en deux moitiés égales lorsqu'il a passé par le point du Solstice, & cela, quoique son mouvement n'eût pas été égal de part & d'autre, ou, ce qui est le même, il a passé par le point du Solstice lorsque cet intervalle a été coupé en deux moitiés égales. Or cet intervalle, c'est la somme des deux différences d'Ascension droite observées entre le Soleil & Arcturus. Donc en coupant cette somme par la moitié, on a une différence d'Ascension droite qui est précisément celle que doivent avoir entre eux le Soleil & Arcturus au moment du Solstice. Il ne faut donc plus qu'avoir observé cette différence vers ce temps-là; si elle ne s'est pas trouvée précisément telle qu'on l'a déterminée, un peu de calcul très-aisé en déterminera bien vîte le moment.

Nous avons supposé tacitement que tout le mouvement en Ascension droite qui se fait pendant les deux mois de l'opération totale appartient au Soleil seul, & qu'Arcturus est immobile. Qu'est-ce en effet qu'un mouvement de 7 ou 8 Secondes au plus qu'Arcturus aura eu par rapport à celui du Soleil qui aura été de 60 Degrés? Si l'on veut avoir égard au mouvement d'Arcturus, il est certain qu'il en résulte une difficulté. Arcturus se meut en même temps & du même sens que le Soleil, & par-là sa différence d'Ascension droite avec le Soleil diminuë, le Soleil en est donc plus long-temps à acquérir cette différence d'Ascension moyenne, & pour ainsi dire, *Solstitiale*, que l'on a déterminée en ne comptant pas sur le mouvement d'Arcturus, & par conséquent ne parviendra pas à avoir cette différence dans le moment déterminé qui devoit être celui du Solstice, mais seulement un peu après.

Cette difficulté contient elle-même sa réponse; car si le Soleil a passé le point du Solstice, il en arrivera plûtôt en même raison au point où il est vû dans la derniére observation, & par conséquent il faut toûjours couper en deux moitiés égales la somme des différences des Ascensions trouvées par les deux observations extrêmes.

SUR LA PARALLAXE DU SOLEIL.

IL n'étoit pas possible que M. Godin étant au Pérou, ne songeât à profiter du grand éloignement où il étoit, pour travailler à la détermination de la Parallaxe du Soleil. Des Observations correspondantes sur ce sujet ne peuvent jamais se faire en des lieux trop éloignés, puisque toute Parallaxe est la distance des points où l'on rapporte un même objet vû de différents lieux, & que cette distance devient d'autant plus grande & plus sensible que les lieux sont plus différents. Cela est si vrai, que par des observations d'un Astre, du Soleil, par exemple, faites en deux lieux les plus éloignés qu'il se puisse, aux deux Poles de la Terre, on lui trouveroit une Parallaxe double de l'horisontale, que l'on pose cependant pour la plus grande de toutes. Il n'y a point là de contradiction. La Parallaxe horisontale du Soleil est la même chose que l'angle sous lequel seroit vû du Soleil le demi-diametre de la Terre, son diametre seroit certainement vû deux fois plus grand ; donc il peut y avoir une Parallaxe du Soleil double de l'horisontale. Ce qui fait que l'on n'a que l'horisontale, c'est que l'on ne peut voir le Soleil dans deux lieux du Ciel plus éloignés entre eux que le Méridien & l'Horison, distants de 90 degrés, & que d'ailleurs on n'a point encore fait d'observations de sa Parallaxe de deux lieux de la Terre plus éloignés que de 90 degrés, on n'a pas même été si loin. Ainsi on a toûjours été renfermé pour cette Parallaxe dans une étenduë à laquelle ne répondoit pas seulement un demi-diametre de la Terre entier vû du Soleil, on en a conclu le reste par le calcul, & c'est-là la Parallaxe horisontale. Mais si on observoit de deux lieux éloignés entre eux de 180 degrés, comme les deux Poles, alors ce seroit un diametre de la Terre qui répondroit à cette distance, & la Parallaxe doubleroit. C'est-là absolument la plus grande possible.

V. les M. p. 347.

Si un Obſervateur placé dans le Soleil avoit meſuré le demi-diametre de la Terre ſeulement, & qu'à cauſe de ſon extrême petiteſſe apparente, il s'y fût trompé de quelque choſe, il eſt certain qu'il ſe tromperoit moins, ou même plus du tout, en meſurant le diametre entier. On ne peut donc avoir des obſervations d'endroits trop éloignés, & M. Godin a pris tous les ſoins qu'il a pu pour s'en procurer qui répondiſſent à celles qu'il devoit faire au Pérou en 1738.

Il vouloit employer une Méthode directe. Celle de feu M. Caſſini ne l'étoit pas, quoique très-ingénieuſe, & en même temps très-commode, parce qu'elle ne demande qu'un ſeul Obſervateur, & peut être aſſés répétée*. Ce grand Aſtronome prenoit par obſervation la Parallaxe de Mars, d'où il concluoit celle du Soleil, par le moyen du rapport que la Regle de Képler établit entre les diſtances de Mars, de la Terre & du Soleil. M. Godin a cru pouvoir s'épargner ce circuit. Voici le fondement de ſa Méthode.

* V. l'Hiſt. de 1706. p. 97. & ſ.

Un bord du Soleil a paſſé à Midi par l'ouverture d'une Lunette placée dans le Méridien d'un Lieu, & y a décrit un filet du Micrometre. La nuit ſuivante une Etoile paſſe par l'ouverture de la même Lunette reſtée immobile, & y paſſe à quelque diſtance du filet qui avoit été décrit par le bord du Soleil. La même choſe s'eſt faite ſous le même Méridien le même jour dans un lieu fort éloigné, on y a obſervé après le paſſage du bord du Soleil par le Micrometre celui de la même Etoile. Si dans l'un & l'autre Micrometre elle ne paſſe pas à la même diſtance du filet décrit par le Soleil, & certainement elle n'y paſſera pas ſi les deux Lieux ſont ſuffiſamment éloignés, cette différence de diſtance viendra de la Parallaxe du Soleil, & donnera l'angle ſous lequel ſeroit vû du Soleil l'arc du Méridien intercepté entre les deux Lieux, & par conſéquent auſſi un arc de 90 ou de 180 degrés.

Si les deux obſervations correſpondantes ne ſont pas faites ſous le même Méridien, car ce ſeroit une condition trop aſſujettiſſante, & qui rendroit la Méthode preſque impra-

ticable, il y aura une réduction à faire, très-aisée, usitée en une infinité d'occasions, & qui est sans inconvénient.

Le même jour ne sera pas plus nécessaire pour les observations correspondantes que le même Méridien, pourvû que l'on fasse aussi les réductions requises, & qui seront faciles. Il faudroit que dans les deux observations l'Étoile fût dans le même Parallele ou Cercle de Déclinaison, & il est sûr qu'elle n'y sera pas, si les temps des observations sont éloignés, car les Fixes varient toûjours en déclinaison. Mais on sçait exactement de combien, & c'est toûjours de si peu, que M. Godin trouve que la Claire de la Tête d'Ariès, qui est d'ailleurs une Etoile qu'il juge une des plus propres à cette recherche, ne variera en déclinaison que de 1′ 12″ en quatre années, sans qu'il y ait une seule seconde d'erreur dans cette détermination. Les autres variations qui peuvent avoir lieu ici, mais qui y auront encore moins d'effet, seront celle des diametres apparents du Soleil qui tient aux différents temps de l'année, mais fort éloignés entre eux, & celle de l'obliquité de l'Ecliptique, qui est d'une prodigieuse lenteur*.

* V. l'Hist. de 1734. p. 77. & f.

La Méthode réussira d'autant mieux que les deux Lieux seront plus éloignés, & M. Godin croit que les Astronomes ne l'ont négligée jusqu'à présent que parce qu'ils étoient trop voisins les uns des autres. Il viendra donc un temps où elle sera bien utile, & réussira bien parfaitement, il y aura des Astronomes aux deux Poles.

Comme on voit des Etoiles de jour avec le Telescope, on pourra observer le passage d'une Étoile par le Micrometre peu de temps après celui du Soleil, ce qui sera d'une plus grande commodité, & on aura de plus celle de n'être pas obligé à éclairer les fils du Micrometre.

Nous supprimons d'autres détails curieux & instructifs, mais qui ne sont guére que pour les Astronomes que M. Godin invite à faire essai de sa nouvelle Méthode, ou à travailler en correspondance avec lui.

CEtte année M. des Parsieux, dont nous avons déja parlé en 1736*, fit voir à l'Académie un Traité de Trigonométrie rectiligne & sphérique. Il y démontre les propriétés des Triangles Sphériques, en les considérant comme bases d'autant de Secteurs ou Piramides triangulaires, qui ont leurs sommets au centre de la Sphere. On a trouvé que cette Méthode, qui n'est pas nouvelle, avoit été poussée par l'Auteur plus loin qu'elle n'avoit encore été, & que quoiqu'elle l'ait engagé à charger quelques-unes de ses démonstrations d'un assés grand détail, elle lui a fourni le moyen d'en éclaircir & d'en simplifier un plus grand nombre d'autres. En général l'Ouvrage a paru méthodique & utile.

* p. 120.

NOus renvoyons entiérement aux Mémoires

V. les M. p. 209. Les Recherches de M. le Monnier le fils sur la hauteur du Pole de Paris.

p. 303. Son Observation des Eclipses d'Aldebaram par la Lune.

p. 331. L'Ecrit de M. Cassini sur les Variations de la situation & du mouvement de diverses Fixes.

p. 361. Les Observations du Solstice d'Eté de 1738 par M. le Monnier le fils.

p. 379. 383. & 385. Les Observations de l'Eclipse du Soleil du 15 Août, par Mrs Cassini, de Fouchy, le Monnier le fils.



CHRONOLOGIE.



CHRONOLOGIE.

LE Pere François Meliton de Perpignan, Gardien des Capucins de Ceret en Roussillon, a fait voir à l'Académie un Ecrit qu'il a fait à l'occasion d'un Livre intitulé le *Bouclier Grégorien Astronomique*. On a trouvé que les remarques, qu'il faisoit sur ce Livre, étoient très-judicieuses. En même temps il a donné les principes de la Correction Grégorienne, le moyen de trouver la véritable Epacte aux années centénaires depuis la Création du Monde jusqu'à 10000 ans après la naissance de J. C. & par conséquent la Pâque & les Fêtes Mobiles à perpétuité, le tout par une Méthode certaine & assés facile.



OPTIQUE.

SUR LA REFLEXION, LA REFRACTION, ET LA DIFFRACTION *DE LA LUMIERE.*

V. les M. p. 1.

LE *Spectre* de M. Newton est fort fameux dans l'Optique, & si on veut l'exalter, on peut dire qu'il a fait une Optique nouvelle.

On fait passer par un très-petit trou, percé au volet d'une fenêtre de la Chambre obscure, un Rayon du Soleil, auquel on expose un Prisme qu'il traverse en s'y rompant deux fois, l'une lorsqu'il y entre, l'autre lorsqu'il en sort, après quoi il va se jetter sur un papier ou carton blanc, posé à une certaine distance qui le termine. Si le Rayon avoit été immédiatement du trou du volet au carton, & sans se rompre en chemin, il est certain que tous les Rayons partis de tous les points du Soleil s'étant croisés au trou du volet, iroient de-là en divergeant toûjours former sur le carton un espace circulaire rempli d'une lumiére blanche & uniforme, d'autant plus grand que le carton seroit plus éloigné du trou, puisqu'il recevroit la base d'un Cone lumineux dont le sommet seroit au trou. Ce seroit-là une vraye image du Soleil.

Mais il n'en va pas ainsi quand le Prisme est entre le trou & le carton. L'image du Soleil n'est plus ni ronde ni blanche, ni uniformément lumineuse. C'est une Bande oblongue, dont la longueur est cinq fois plus grande que la largeur, divisée transversalement, & perpendiculairement à sa longueur en sept petites bandes paralleles entre elles, dont chacune a sa couleur différente des autres, & bien marquée. Ces couleurs sont rangées selon cet ordre, Rouge, Orangé, Jaune, Verd, Bleu, Indigo, Violet. Il n'y a point de Blanc. C'est cette image du Soleil si défigurée, quoique réguliére à sa façon,

que M. Newton a appellée *Spectre*, d'un mot Latin moins doux & moins familier aux oreilles Françoises que n'auroit été celui d'*Image*.

Il saute aux yeux que le Spectre ne peut être produit que par les Réfractions que le Rayon reçû par le trou avoit souffertes dans le Prisme, mais M. Newton a plus finement apperçû que ce Rayon, quelque étroit, quelque *linéaire* qu'il pût jamais être, ce qui ne dépend que de la petitesse du trou, devoit toûjours être un faisceau de Rayons qui souffroient des Réfractions inégales, puisqu'il n'y avoit que cette inégalité qui pût les séparer, causer aux uns un plus grand écart, un moindre aux autres, & par-là rendre oblong le Spectre, qui naturellement eût été rond. Quant à sa largeur, elle ne vient que de l'angle sous lequel se croisent en passant par le trou les Rayons tirés des deux extrémités d'un même diamétre du Soleil, & cet angle est d'autant plus petit que le trou l'est davantage. Le Spectre n'est pas seulement oblong, il est coloré & différemment coloré en ses différentes parties. Donc, a dit M. Newton, aux différentes Réfractions appartiennent différentes couleurs, & il a trouvé de plus par expérience qu'un des Rayons du faisceau total, qui avoit pris une certaine couleur, ne la perdoit plus pour avoir été rompu de nouveau, & la conservoit sans altération. Ce qui lui donne sa couleur, ou plûtôt la fait paroître, c'est d'avoir été séparé des autres, car tous ensemble ne sont que la Lumiére ou le Blanc, & ce qui sépare un Rayon des autres, c'est qu'il est plus ou moins *réfrangible* qu'eux, c'est-à-dire, que tombant sur un Milieu réfringent sous le même angle d'incidence que les autres, il s'y rompt sous un angle différent. On entend bien par-là que chaque Rayon coloré a son angle de Réfraction différent de celui de tous les autres différemment colorés.

On voit très-sûrement quelles sont les couleurs attachées, & invariablement attachées aux Réfrangibilités différentes. Le petit faisceau de Rayons qui a passé par le Prisme, ayant été reçû sur le carton, la figure du Spectre n'a pu être formée oblongue que par des Rayons particuliers séparés les

uns des autres, qui d'un bout à l'autre de la figure, ont eu une Réfraction toûjours croissante, ou toûjours décroissante selon le bout par où l'on a commencé de compter. Le Rouge appartient à la moindre Réfraction, & l'autre extrême, qui est le Violet, à la plus grande. Non-seulement les différentes Bandes colorées du Spectre conservent toûjours le même ordre entre elles, mais elles conservent jusqu'à une certaine inégalité de grandeur, toûjours bien marquée. Tout cela est d'une régularité qui ne se dément jamais.

Mais pourquoi la Réfraction produit-elle des Couleurs, tandis que la Réflexion n'en produit point? Nous avons établi en 1722* & 1723*, d'après M. de Mairan, que la Réfraction n'est qu'une espece de Réflexion, pourquoi une différence entre elles si marquée? c'est ce que M. de Mairan a entrepris d'éclaircir. Il commence à se glisser dans la Phisique même un usage de se contenter de mots au lieu d'explications réelles, l'exemple de l'Attraction si bien reçûë chés d'illustres Sçavants est contagieux par l'extrême commodité qu'il donne de satisfaire à tout à peu de frais, & quand on aura renoncé encore davantage aux idées claires & distinctes, ce sera bien alors que Descartes sera véritablement foulé aux pieds. Mais M. de Mairan ne prétend pas se servir des facilités que lui pourroit fournir le déreglement d'aujourd'hui, & il ne traite la Question présente, qu'en s'assujettissant aux plus séveres loix de la Méchanique, ou du Cartésianisme.

* p. 109. & suiv.
* p. 107. & suiv.

Il faut se rappeller tout ce qu'il a dit sur la Réflexion & sur la Réfraction aux endroits cités ci-dessus, & nous supposerons ici toute cette Théorie. Puisqu'une Sphere à ressort parfait se réfléchit toûjours de dessus un plan inébranlable sous un angle égal à celui de son incidence, il est impossible que plusieurs Globules de Lumiére, qu'on doit imaginer à ressort parfait, étant tombés parallelement les uns aux autres sur un plan qu'ils ne peuvent aucunement pénétrer, n'en réfléchissent aussi parallelement, & par conséquent sans se séparer en aucune façon. La vîtesse horisontale & la verticale,

qui composent toute incidence oblique, se retrouvent les mêmes après la Réflexion qu'elles étoient auparavant. Mais si ces mêmes Globules, toûjours tombés parallelement sur le plan, peuvent le pénétrer, il y a alors Réfraction, & ce n'est plus la même chose. Le plan est mû par leur vîtesse ou force verticale, & par conséquent cette force est diminuée après le choc, tandis que l'horisontale demeure entiére. Leur mouvement après le choc est donc composé de deux forces qui ont entre elles un autre rapport que celui qu'elles avoient auparavant, & comme c'est-là ce qui détermine l'angle de Réfraction, il ne peut jamais être égal à celui d'Incidence. Cet angle ainsi conçû est celui d'un très-petit faisceau de Rayons, il est unique, & l'Image du Soleil qui en résulteroit, seroit ronde, comme celle qui viendroit d'une Réflexion. Mais s'il est possible que les différentes files de Globules qui composent le petit faisceau de Rayons soient différemment altérées par la rencontre du plan réfringent, que le rapport de leur force verticale à l'horisontale, qui doit toûjours y changer, y change différemment, alors il n'y aura plus un même angle de Réfraction pour toutes les files, toutes celles qui pourront avoir leur angle particulier de Réfraction, l'auront, elles se sépareront par conséquent, & il en viendra une Image du Soleil oblongue. Voyons si ce qui est nécessaire pour cet effet est possible.

Afin que le rapport de la force horisontale à la verticale change différemment par la Réfraction en différentes files, ou, ce qui reviendra au même, en différents Globules qui tombent obliquement sur un plan & parallelement entre eux, il faut que leurs forces verticales soient différemment altérées par le choc du plan réfringent, car on sçait que la force horisontale ou parallele au plan demeurera toûjours la même. On sçait aussi que la même résistance du plan affoiblira plus une petite force verticale qu'une plus grande. Donc ce sera-là le principe des différents angles de Réfraction des Globules, pourvû qu'ils ayent par eux-mêmes des forces inégales. Or il seroit très-surprenant, & inoüi en Phisique qu'ils n'eussent

tous que des forces égales, tous la même masse avec la même vîtesse, ou toûjours des masses & des vîtesses en telle proportion qu'elles fissent des produits égaux. Rien ne les oblige à être en équilibre entre eux, ils n'agissent point les uns contre les autres.

En supposant donc cette inégalité de forces, il est évident que la seule différence d'un Plan inébranlable pour les Rayons ou Globules dans un cas, mobile & pénétrable pour eux dans l'autre, fait que la Réflexion ne les démêle & ne les sépare point, & qu'au contraire la Réfraction produit cet effet, s'ils ont des forces inégales. Il n'y a que la Réfraction qui puisse s'appercevoir, pour ainsi dire, de cette inégalité, absolument insensible ou plûtôt nulle pour la Réflexion.

Il n'y a rien qui sépare mieux des Corps, que leur inégalité de forces. De-là vient ce bel ordre & si constant des Couleurs produites par la Réfraction.

La force verticale des Globules étant la seule que la Réfraction altere, & la Réfraction ne la pouvant altérer qu'en la diminuant, il paroît suivre nécessairement de-là que dans le mouvement composé du Globule après le moment de la Réfraction, la force horisontale est toûjours plus grande par rapport à la verticale qu'elle n'étoit auparavant, que ce mouvement composé s'éloigne donc plus qu'il ne faisoit de la direction verticale, ou, ce qui est le même, que le Rayon doit toûjours se rompre en s'éloignant de la verticale, ou perpendiculaire au plan réfringent. Or tout le monde sçait qu'il se fait des Réfractions tant en s'approchant de cette perpendiculaire qu'en s'en éloignant.

Il est vrai que la Réfraction, qui est le choc d'un Rayon contre un plan mobile, ne peut jamais par elle-même que diminuer sa force verticale. Mais ce choc est le passage que fait un Rayon d'un Milieu dans un autre, & il ne doit pas arriver la même chose, soit que le Rayon ait moins de facilité à traverser le 2[d] Milieu que le 1[er], soit qu'il en ait davantage. Il faut que cette différence influë sur le nouveau mouvement, ou plus précisément sur la nouvelle vîtesse verticale que

prendra le Rayon dans le nouveau Milieu, & certainement le 2^{d} cas lui est plus favorable que le 1er. La difficulté est de concevoir une vîtesse augmentée par un Milieu plus aisé. Il y conservera plus long-temps celle qu'il avoit en y entrant, toûjours la même, si l'on veut; mais quel sera le principe d'augmentation?

M. Descartes avoit imaginé, pour expliquer les Couleurs, que les Globules de la Lumiére tournoient chacun sur leur centre, & que ces mouvements de rotation étoient en différentes proportions avec le mouvement direct ou progressif commun à tous. Cette idée, ingénieuse pour le temps où elle fut proposée, mais peu conforme aux expériences que l'on a aujourd'hui, M. de Mairan la transporte à la Question présente, & essaye si elle y pourroit réussir. Il est vrai que le sens selon lequel se fait une rotation, appartient à une direction horisontale, en fait en quelque sorte une partie, & que si un Globule ayant un mouvement direct ou progressif, qui soit horisontal d'Orient en Occident, a en même temps une rotation sur son centre d'Orient en Occident, son mouvement horisontal total en sera plus fort, & que par conséquent si on le compare à un autre, qui avec le même mouvement direct ait une rotation égale & contraire, il aura plus de force horisontale, quoique par une même obliquité d'incidence sur un plan il ne paroisse avoir qu'une égale force. Sa supériorité ne se déclarera que dans la nouvelle composition de mouvement opérée par la Réfraction, alors le Globule qui par sa rotation avoit le plus de force horisontale, s'éloignera plus de la perpendiculaire au plan que l'autre, qui par-là paroîtra avoir plus de force verticale sans en avoir acquis de nouvelle.

Ce sera la même chose, si sans donner aux Globules différentes rotations naturelles sur leurs centres, on conçoit qu'ils n'en prennent qu'à la rencontre du plan & par les inégalités de sa surface, qui leur seront toûjours bien sensibles, quelque petites qu'elles puissent être.

Mais un inconvénient décisif contre ces deux hipotheses

à la fois, c'eſt que la ſéparation des différents Globules, qui, à la vérité, pourroit ſe faire par la Réfraction, ſe feroit auſſi par la ſimple Réflexion, ce qui eſt contre toutes les expériences. Dès que le faiſceau de Globules auroit touché le plan inébranlable ou impénétrable, ſoit qu'ils y apportaſſent différentes rotations, ſoit qu'ils les y priſſent, le ſens de ces différentes rotations étant augmenté ou fortifié dans les unes par la rencontre du plan, diminué ou affoibli dans les autres, il en réſulteroit différents mouvements directs des Globules, qui en cauſeroient la ſéparation, & par conſéquent des Couleurs.

Il eſt bien certain que la vîteſſe verticale des Globules ne peut jamais être augmentée par la rencontre du plan, mais elle peut l'être à l'occaſion de cette rencontre, ſi ce nouveau plan appartient à un Milieu que les Globules traverſent avec plus de facilité que celui qu'ils traverſoient auparavant. Ce n'eſt pas même encore que leur vîteſſe ſoit réellement augmentée; elle ne peut être que telle qu'elle étoit dans le Milieu plus difficile à pénétrer d'où ils ſortent, & s'ils y ont perdu de la force, ils ne la recouvreront jamais, ſi la premiére cauſe qui les a mis en mouvement a ceſſé de leur être appliquée. Mais ſi elle l'eſt toûjours, on conçoit ſans peine que la vîteſſe qu'elle leur imprime eſt inégale ſelon la différente réſiſtance des Milieux qu'ils ont à traverſer; que quand elle eſt moindre, leur vîteſſe eſt plus grande, & au contraire.

Si les Globules de la Lumiére étoient lancés du Soleil juſqu'à nous, ce qui s'appelle *émiſſion*, ils ſeroient après un premier *jet* abandonnés par la force qui les auroit mûs, & ce ſeroit en ce cas qu'ils ne recouvreroient jamais dans un Milieu des degrés de vîteſſe perdus dans un autre. Mais il eſt beaucoup plus probable que la Lumiére ſe faſſe ſentir à nous par *preſſion*, c'eſt-à-dire, qu'il y ait depuis le Soleil juſqu'à nous de longues files continuës de Globules élaſtiques, dont le premier preſſé par l'action du Soleil, tranſmet cette impreſſion de Globule en Globule juſqu'au dernier qui touche notre œil, ou qui y entre. Dans ce cas la force qui meut les Globules, leur eſt toûjours appliquée.

Cette

Cette explication si facile & si naturelle de l'augmentation de la vîtesse verticale de la Lumiére dans certains Milieux, semble décider absolument pour le Sisteme de la pression contre celui de l'émission. Mais M. de Mairan, qui veut que sa Théorie présente soit indépendante des Sistemes, propose un moyen de la concilier avec l'émission. Nous nous contenterons de ce que nous avons dit, en adoptant l'autre Sisteme qui est le plus satisfaisant. Il a d'ailleurs tant d'avantages sur l'émission, qu'on peut encore lui laisser celui-ci, sauf à ne le pas donner tout-à-fait pour exclusif, si l'on ne veut.

Dans le Sisteme de la pression les différentes forces ou vîtesses des Globules viendront de leur différente élasticité, qui est plus que vraisemblable. On y pourra ajoûter avec autant de fondement leur différente grosseur, & cela même les rendra encore plus absolument différents, & plus sûrement inaltérables après leur séparation, comme ils doivent l'être selon les expériences. Ceux en qui le produit de la masse par la vîtesse est le plus grand, sont les plus forts, & par conséquent ils perdent moins de leur vîtesse verticale en tombant obliquement sur un plan qui leur cede, & ils se détournent moins de leur ligne d'incidence, ou sont moins réfrangibles.

Quand un faisceau composé de ces différents Globules, tombe sur le plan réfringent, il ne faut pas s'imaginer que de toutes les différentes forces de ces Globules il s'en forme une moyenne avec laquelle le faisceau total vienne attaquer le plan, & ouvrir, pour ainsi dire, cette porte. Elle n'est pas toute d'une piéce, mais chaque partie en est ouverte ou enfoncée par le Globule qui lui est échu.

La force absoluë de chaque Globule est celle qu'il a par sa masse & par sa vîtesse naturelle, sa force relative au corps sur lequel il tombe, & qu'il doit ébranler, est ce qu'il y a de vertical ou de perpendiculaire dans la direction de son incidence. Comme la force absoluë n'est pas la même dans tous les Globules, & que la force relative est la même pour tous ceux d'un même faisceau dans une même incidence, & que les forces absoluës inégales toûjours nécessairement diminuées par la rencontre du plan, le sont donc également dans

drions ici pour un seul Milieu, est cependant un composé de différents Milieux. Il a ses parties propres, solides, & transparentes, du moins si on les conçoit d'une certaine ténuité, & dans tous les interstices de ces parties, qui occupent certainement moins d'espace que ces interstices, coule un fluide très-subtil qui les remplit. Il arrive à chaque moment dans l'intérieur du Verre, que des Globules de Lumiére passent ou de ce fluide dans les parties propres du Verre, ou de ces parties dans le fluide; & comme ces parties & le fluide doivent avoir des pénétrabilités, ou réfringences différentes, il en résultera, si elles le sont à un certain point, beaucoup de Réflexions différentes dans l'intérieur du Verre, irréguliéres entre elles; & en un mot une grande perte ou dissipation de Lumiére. Il ne paroît pas que cela arrive, & c'est la marque d'une assés grande homogénéité à cet égard entre les parties propres du Verre, & le fluide qui coule dans ses pores.

Si ce fluide que nous supposons homogene en lui-même, ne l'étoit pas, ce qui est possible, ce seroit encore un principe d'une plus grande dissipation de la Lumiére au dedans du Corps, ou, ce qui est le même, d'une moindre transmission au dehors, & d'une moindre transparence. On voit par-là en général ce qui rend les Corps transparents ou opaques.

On peut même aisément les faire changer d'état à cet égard. Du Verre pilé devient opaque; qu'on y verse de l'Eau, il redevient transparent, & encore plus si c'est de l'Huile.

Il est bien certain que toute la différente réfrangibilité des Globules qui ont composé un Rayon ou petit faisceau de Rayons, s'exerce dans l'espace que le Spectre occupe en longueur. Aux deux extrémités de cette étenduë, sont le Rayon particulier le moins rompu, & le plus rompu. Quand on vient à mesurer géométriquement cette longueur du Spectre par les angles de Réfraction qui la déterminent, il se trouve que tout le jeu de la diverse réfrangibilité se passe dans une étenduë qui n'est que ce que seroit numériquement l'intervalle de 77 à 78. C'est dans cet intervalle que sont compris tous les rapports des différentes réfrangibilités ou vitesses des Globules. Il ne s'en faudroit guére que $77\frac{1}{3}$ &

$77\frac{1}{2}$ ne fussent, même en Géométrie, la même grandeur; cependant ce sont des vîtesses dont la différence est sensible à l'Organe de la Vûë, puisqu'elles font voir des couleurs différentes. On ne devineroit peut-être pas que la très-petite différence de $77\frac{1}{3}$ & $77\frac{1}{2}$, représente celle qui est entre le Bleu & le Jaune; mais on a des exemples pareils dans l'Acoustique; deux Cordes ne seront pas prises pour être à l'Unisson, quoique leurs vibrations ne différent que d'une seule sur un grand nombre. Tout le monde sçait que dans le Chatoüillement un petit degré de plus ou de moins fait toute la différence du plaisir à la douleur, sensations qui ne nous paroissent pas différer de degré, mais d'espece, autant qu'il se peut.

On pourroit avec assés de raison ne compter que cinq couleurs dans le Spectre, le Rouge, le Jaune, le Vert, le Bleu, le Violet; car l'Orangé n'est visiblement qu'une nuance du Rouge au Jaune, ou plûtôt un composé des deux, & il en est de même de l'Indigo placé entre le Bleu & le Violet. M. Newton a voulu sept Couleurs qui figurassent avec les sept Tons de la Musique, & l'on s'en est tenu à cette grande autorité. Nous avons rapporté en 1737*, quelques autres doutes sur toute cette matiére que l'on s'est un peu pressé de croire suffisamment mise au net. Les Couleurs primitives ne sont pas encore bien décidées, & le Parallele des Tons & des Couleurs en est encore plus imparfait que nous ne le représentions dans l'endroit cité.

* p. 102. & 103.

Toûjours est-il bien sûr que les Bandes transversales formées dans le Spectre par les sept Couleurs, si on est attaché à ce nombre, sont fort inégales en largeur, &, à ce qu'il paroît, bizarrement inégales. Le Violet & le Vert sont les plus grandes, l'Indigo & l'Orangé les plus petites. Quoique les limites précises de ces Bandes soient très-difficiles à reconnoître, il y a dans le reste de leur étenduë, sur-tout vers le milieu, des différences bien marquées.

Il faut convenir cependant qu'on ne devineroit pas trop que cela dût être ainsi dans la supposition que les différentes réfrangibilités ou Couleurs viennent des différentes vîtesses. Car ces différentes vîtesses, comprises, si l'on veut, entre

77 & 78, sont géométriquement en nombre infini, croissant depuis 77 jusqu'à 78 par degrés infiniment petits, & phisiquement ou sensiblement, elles sont du moins en nombre fini prodigieusement grand. Or même en ce dernier cas on ne doit point voir sur le Spectre de grandes places séparées, les unes bien couvertes d'une certaine couleur uniforme, & les autres d'une autre, mais seulement d'un bout à l'autre du Spectre, des nuances très-fines qui se succéderont les unes aux autres presque imperceptiblement; & sans qu'on puisse soupçonner des limites en aucun endroit.

M. de Mairan qui s'est fait à lui-même cette difficulté, en a bien senti la force. Voici ce qu'on y peut répondre avec beaucoup de vraisemblance.

Il n'est nullement nécessaire qu'il y ait entre les vîtesses des Globules tous les degrés finis de différence possibles. Cela seroit même peu conforme à la Phisique, qui ne souffre guére de régularité si parfaite. Si l'on conçoit les Globules distribués en Especes différentes par les vîtesses, il peut n'y avoir qu'un aussi petit nombre de ces especes que l'on voudra, que sept, & encore moins si l'expérience le détermine.

Quand il y auroit entre les Globules plus de différences finies de vîtesse que les sept qu'on peut supposer ici, ce ne seroit pas à dire qu'elles fussent toutes sensibles à l'Organe de la Vûë, ou du moins sensibles comme distinctes d'avec toutes les autres. Un certain nombre d'impressions inégales en force, seulement jusqu'à un certain point, ne se feront sentir que comme feroient les plus fortes d'entre elles.

Ce n'est pas proprement de la vîtesse des Globules qu'il s'agit ici, c'est de leur force, du composé de leur masse, & de leur vîtesse. Ce composé peut être toûjours égal, quoique ses deux principes composants varient entre eux à l'infini. Tous les Globules inégaux en force pourront se réduire par-là à un petit nombre d'especes. Il seroit même possible absolument qu'il n'y en eût point d'inégaux en force, malgré l'inégalité de toutes leurs masses & de toutes les vîtesses.

On a objecté à M. de Mairan, que dans l'apparition subite d'un objet lumineux, telle que l'Emersion d'un Satellite de

Jupiter hors de l'ombre de cette Planete, on devroit voir d'abord le Satellite sous la seule couleur rouge, puisque c'est celle qui répond aux Rayons de la plus grande vîtesse; ensuite on le verroit sous une couleur mêlée de Rouge & d'Orangé, parce que les Rayons Orangés seroient arrivés aussi, &c. Mais on ne voit rien de pareil, le Satellite se montre dès le premier instant sous la couleur du Blanc lumineux formé de l'assemblage de toutes les Couleurs.

Cette objection demande qu'un Objet très-éloigné soit vû dans le même instant qu'il se présente à l'Œil; autrement, s'il a besoin de quelque temps pour se faire voir, ce temps, quelque court qu'il soit, pourra suffire pour laisser aux Rayons colorés, qui différent très-peu en vîtesse, le loisir d'être tous arrivés avant que la sensation se fasse. Or il est certain qu'un Satellite n'est pas vû dès qu'il se présente, puisqu'avec une Lunette de 16 pieds, on le voit 30 Secondes plûtôt qu'avec une Lunette de 10.

Venons maintenant à la Diffraction, que le P. Grimaldi, Jésuite, qui l'a découverte le premier, a donnée pour une quatriéme maniére dont se fait la propagation des Rayons. M. Newton a beaucoup enrichi ce sujet après Grimaldi.

On expose au petit trou de la Chambre obscure un Cheveu, un fil horisontal, de sorte qu'un Rayon qui va le frapper, se divise en deux par la rencontre du diametre vertical qui est la grosseur du fil. A quelque distance de-là on reçoit sur un papier blanc l'ombre de la partie du fil frappée par le rayon. On mesure cette ombre, & on la trouve plus grande qu'elle ne devroit être à raison de sa distance au fil. Il est sûr par-là que les Rayons qui ont été Tangents de la circonférence du fil, n'ont pas continué à s'étendre selon cette direction, & l'on conçoit qu'ils se sont, non pas rompus, puisqu'il n'y a point là de nouveau Milieu à traverser, non pas réfléchis, puisque leur direction n'avoit rien de perpendiculaire au fil, mais *infléchis*, & c'est cette inflexion, quelle qu'en soit la cause, qu'on a appellée *diffraction*. Il paroît même que cette diffraction se fait sans que les Rayons touchent le fil ou le Corps *diffringent*, & à quelque

petite diſtance de ce corps. Une vertu attractive ou répulſive, quelque qualité occulte viendroit-là bien à propos.

Il y a plus. Des deux côtés de l'ombre du fil projettée ſur le papier ou carton, on voit des Couleurs pareilles à celles du Priſme. Un Priſme ne produit qu'une certaine ſuite de Couleurs, un ſeul *Arc-en-ciel* pour abréger l'expreſſion, mais à chaque côté de l'ombre du fil on voit trois Arc-en-ciels bien diſtincts, & même différents entre eux en ce que les plus proches de l'ombre ont un plus grand nombre de Couleurs. Nous évitons d'entrer dans un plus grand détail.

Pour ne point donner dans les Cauſes imaginaires, M. de Mairan ſuppoſe une Atmoſphere très-ſubtile autour du fil; moyennant quoi tout rentre dans un Méchaniſme connu.

L'ombre trop grande à raiſon de la diſtance, n'eſt plus l'ombre du fil, mais celle de ſon Atmoſphere. C'eſt ainſi que la Lune, qui le plus ſouvent ne tomberoit pas dans l'ombre de la Terre, tombe dans celle de l'Atmoſphere terreſtre, qui s'étend plus loin.

L'Atmoſphere du fil rompt néceſſairement les Rayons, & ce qu'on appelloit diffraction, n'eſt plus qu'une ſimple réfraction. L'angle de la Réfraction cauſée par ce petit Milieu, fera connoître s'il eſt plus ou moins favorable à la tranſmiſſion de la Lumiére que l'Air, & le fait eſt qu'il l'eſt moins, puiſque les Rayons vont en s'écartant du fil.

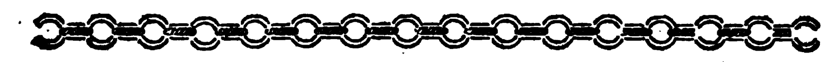
Les couleurs qui paroiſſent aux deux côtés de l'Ombre, ſont encore une preuve qu'il s'eſt fait des Réfractions dans une matiére qui environnoit le fil. Si l'on ſoupçonnoit qu'elles puſſent s'être faites dans le fil même, qui eſt toûjours fort menu, il n'y auroit qu'à le prendre de Métal, & non pas de Lin ou de Soye, on n'auroit plus ſa tranſparence à craindre.

Il ne doit point paroître étonnant que ces fils ayent une Atmoſphere, tous les Aimans en ont une preſque viſible par l'arrangement que de la limaille de Fer prend autour d'eux. Tous les Corps en prennent une dès qu'ils ont été électriſés, & toutes ces Atmoſpheres ſont auſſi preſque viſibles par des effets bien marqués. On en a vû mille exemples dans les Volumes précédents. Il eſt vrai que ces Atmoſpheres ne paroiſſent

paroissent pas être naturelles aux Corps, puisqu'elles sont produites par l'*électrisation*, mais peut-être l'électrisation n'a-t-elle fait que les manifester en leur donnant une détermination de mouvement plus forte. Ces petites Atmospheres ne nous sont pas encore assés connuës, & en général ce qui nous échappe le plus, c'est le jeu des plus petits Corps, qui est cependant en quelque sorte l'ame de tout le reste.

Mais enfin quoique les petites Atmospheres soient bien établies, celles du Fil ou du Cheveu souffriroient encore bien des difficultés. Les réfractions qui s'y seroient faites, auroient certainement produit ces Couleurs qui sont aux deux côtés de l'Ombre; mais ces trois ordres de Couleurs, ces trois Spectres distincts sont un effet bien plus embarrassant. Le premier, qui est simple, s'explique sans peine par une Atmosphere uniforme en densité, toûjours également résistante à la Lumiére; mais le second demande une Atmosphere non uniforme, qui ait par rapport à la Lumiére trois degrés de résistance différents, chacun dans une Couche Sphérique distincte. Il en va de même du troisiéme ordre de Couleurs ou Spectre. Cela est bien composé pour l'Atmosphere d'un Cheveu, mais M. de Mairan répond que l'on n'eût jamais cru que le plus petit Rayon qui puisse passer par un trou qu'a fait une pointe d'Aiguille, fût formé de Rayons de tant de Couleurs différentes. Un des fruits des nouvelles découvertes doit être de nous préparer à en faire encore sans une certaine surprise beaucoup d'autres aussi surprenantes en elles-mêmes.

Mais M. de Mairan prétend bien en venir à quelque chose de plus précis sur cette matiére. Il donne déja d'avance une légere idée d'expériences nouvelles dont il espere tirer des éclaircissements. Par la supposition du simple Méchanisme, & par l'Art moderne des expériences, on est, selon toutes les apparences sur les bonnes voyes de la Phisique, mais on ne fait presque encore que commencer à y être.



MECHANIQUE.

SUR L'ACTION D'UNE BALLE DE MOUSQUET

Qui peut percer un Corps solide sans le mouvoir sensiblement.

V. les M. p. 147.

UNE Porte qui tourne très-librement sur ses Gonds, sera déterminée à y tourner, & à faire, pour ainsi dire, quelques pas d'un sens ou du sens opposé, pour peu qu'on la pousse du bout du doigt; cette impulsion n'est que d'un moment, & très-légére. Que l'on tire un coup de Mousquet contre cette même Porte, il pourra arriver qu'elle soit percée de part en part, sans tourner aucunement sur ses Gonds, sans prendre à cet égard aucun mouvement, du moins sensible. Pourquoi n'a-t-elle pas tourné sur ses Gonds, & même très-vîte? On dira que toute l'action de la Balle de Mousquet a été employée à percer la Porte; mais il est impossible qu'elle y ait été employée toute entiére. On concevroit tout au plus que quand la Balle a une fois pénétré dans l'épaisseur de la Porte, elle ne fait plus que la percer sans la pousser, encore cela ne seroit-il pas bien certain, mais du moins la Balle a eu un premier instant où elle n'a fait que toucher la Porte sans y pénétrer, & alors elle n'a dû que la pousser, & avec une force incomparablement plus grande qu'aucune Main n'auroit jamais pû faire. Ma Main n'auroit été appliquée qu'un instant à la Porte, la Balle ne l'aura pas été moins, cet instant est indivisible. Pourquoi donc encore une fois la Porte n'a-t-elle pas tourné? Voilà la question, dont de très-habiles gens ont mieux senti la difficulté qu'ils ne l'ont résoluë.

M. Camus a entrepris de la résoudre par voye de Calcul

Algébrique & Analitique, nous la considérerons par le Phisique qui y entre nécessairement. Le Phisique fait mieux voir pourquoi & comment une Chose est, & le Calcul jusqu'où elle s'étend, & quelles en peuvent être les variations.

Il nous paroît que toute la Solution de la question présente dépend d'un principe un peu paradoxe, mais établi dans les *Eléments de la Géométrie de l'Infini*, c'est que nulle impulsion, quelque courte, quelque instantanée qu'elle paroisse, ne se fait en un temps infiniment petit; tout effet demande un temps fini. Il en faut donc un pour pousser la Porte avec la main, quelque peu que ce soit. Puisque ce temps est fini, un autre temps peut être plus court, & celui-là ne suffiroit pas pour pousser la Porte. Or le temps pendant lequel une Balle, que sa vîtesse rend capable de percer la Porte, fera, si l'on veut, une ligne de chemin, est prodigieusement court, & il peut fort aisément l'être plus que le temps nécessaire pour pousser la Porte de la quantité d'une ligne. Donc la Balle à cause de sa grande vîtesse ne poussera point la Porte, & à cause de cette même vîtesse la percera.

Dès que la Balle a pénétré le moins du monde dans l'épaisseur de la Porte, elle perd toûjours de sa vîtesse par l'action de percer, & elle en peut perdre au point qu'elle n'aura plus que celle qui n'étant plus trop grande ne fera que pousser. Mais il faut considérer en quel temps cela arrive.

Si c'est précisément lorsque l'épaisseur de la Porte a été entiérement traversée, la Balle qui a toûjours percé jusque-là pousse dans ce dernier moment, & ce sera le même cas que si la Balle mûë d'une certaine vîtesse déterminée avoit choqué un Corps en repos d'une certaine masse. L'effet suivra les loix du choc des Corps parfaitement durs, ou sans Ressort.

Si la Balle n'a pas la force de traverser toute l'épaisseur de la Porte, elle pousse en cessant de percer, & pousse d'autant plus qu'il lui reste encore plus de vîtesse, ou qu'elle a eu une plus grande vîtesse primitive, car quoiqu'arrêtée dans l'action de percer, elle se meut encore, parce qu'elle suit la Porte poussée qui lui cede.

Il eſt clair que ſi la Balle traverſe toute l'épaiſſeur, & va au de-là, elle ne pouſſe point, & eſt d'autant plus éloignée de le pouvoir qu'elle a eu primitivement une plus grande vîteſſe. Il faut ſe ſouvenir qu'il s'agit toûjours de pouſſer ſenſiblement.

Tout cela établi, c'eſt maintenant à l'Analiſe Algébrique à opérer, quoiqu'il lui arrive aſſés ſouvent d'opérer avant que d'avoir trop établi les idées Phiſiques; il ſembleroit preſque qu'elle voulût ne les devoir qu'à elle-même.

Comme la vîteſſe de la Balle dans l'épaiſſeur de la Porte eſt toûjours décroiſſante à cauſe de la réſiſtance continuelle des fibres du bois, on ne peut calculer cette vîteſſe qu'en la réduiſant à ſes Infiniment petits, inégaux entre eux, mais dont chacun ſera une petite vîteſſe uniforme d'un inſtant. La perte de vîteſſe que fera la Balle dans un inſtant quelconque ſera d'autant plus grande que cet inſtant ſera plus long, la réſiſtance des fibres du bois plus grande, & la maſſe de la Balle plus petite. La vîteſſe acquiſe par la Porte dans le même inſtant ſera d'autant plus grande que cet inſtant ſera plus long, la réſiſtance des fibres plus grande; car on a vû que ce n'eſt qu'en vertu de cette réſiſtance que la Porte peut être pouſſée, & enfin d'autant plus que la maſſe de la Porte ſera plus petite. Un temps étant toûjours d'autant plus grand que l'eſpace parcouru eſt grand, & la vîteſſe petite, chaque inſtant du mouvement de la Balle en perçant la Porte ſera d'autant plus grand que l'eſpace traverſé par la Balle ſera plus grand, & ſa vîteſſe plus diminuée par celle que la Porte aura priſe. Ce ſont-là trois Eléments ſur leſquels roule tout le Calcul de M. Camus.

Il n'y a plus qu'à faire telles ſuppoſitions qu'on voudra ſur la maſſe & ſur la vîteſſe de la Balle, ſur la maſſe de la Porte, ſur la réſiſtance des Fibres du bois, en un mot à donner des corps Phiſiques à ces eſpeces d'Eſtres Métaphiſiques, dont on a tous les rapports dans ſa main. On verra par l'évaluation préciſe de toutes les quantités que la Porte eſt toûjours réellement pouſſée, & l'on diſtinguera aiſément

les cas où elle l'eſt ſi peu que les yeux ne s'en apperçoivent pas. On pourra même, en la ſuppoſant immobile, ce qui arriveroit ſi ſa maſſe étoit infinie, déterminer de combien la Balle en pénétreroit plus avant dans le bois.

SUR LE CONFLUENT OU JONCTION DES RIVIÉRES.

QUAND deux Riviéres ſe rencontrent, il faut qu'elles ſe joignent pour aller deſormais enſemble avec une direction commune, qui ne ſera ni l'une ni l'autre des deux différentes qu'elles avoient auparavant. L'angle du Confluent, c'eſt-à-dire, celui ſous lequel les deux Riviéres ſe rencontrent, étant poſé, il eſt clair que ſi elles ſe rencontrent avec des forces parfaitement égales, la direction commune qu'elles prendront diviſera cet angle exactement en deux moitiés égales, mais hors de ce cas-là, qui eſt unique & extrêmement rare, l'angle ne ſera point diviſé également, parce que la direction commune formée ou réſultante des deux particuliéres, tiendra plus de celle qui aura appartenu à la Riviére plus *forte* que de l'autre, & cela d'autant plus que l'inégalité de forces ſera plus grande. Donc la direction commune s'approchera plus de l'une des deux particuliéres que de l'autre, donc elle ne coupera pas en deux également l'angle du Confluent formé par ces deux directions. Il s'agit ici de déterminer en général quelle ſera la diviſion de cet angle, ou, ce qui eſt le même, la poſition de la direction commune. Voici comment M. Pitot parvient géométriquement à cette détermination aſſés délicate.

V. les M. p. 299.

Les deux Riviéres ne prennent une direction commune qu'après avoir en quelque ſorte combattu, & s'être miſes en équilibre, de maniére qu'il n'y aura plus de combat, & qu'elles ſuivront paiſiblement le même cours, la ligne de la direction commune eſt l'axe de cet équilibre, puiſqu'il ſe fait à ſes deux côtés, & ſur lui, comme ſur une ſuite continuë de points.

d'appui. Les deux forces des deux Riviéres sont donc égales aux deux côtés de la ligne de direction commune, & il ne faut plus que les exprimer algébriquement. Ce sont l'une & l'autre les produits de trois quantités, 1° la masse d'eau de l'une ou de l'autre Riviére, 2° sa vîtesse, 3° sa distance à l'axe de l'Equilibre, car cette distance est à considérer toutes les fois qu'il s'agit d'équilibre. Or ici l'axe d'Equilibre est la même ligne que la direction commune.

De ces trois quantités les deux 1res sont connuës ou supposées connuës. Reste la 3me que l'on tirera aisément d'une Equation algébrique. La distance de l'une des Riviéres, ou plûtôt celle de son action sur l'axe d'Equilibre étant perpendiculaire à cet axe, ou à la ligne de la direction commune, ce sera aussi le Sinus de l'angle que fait avec cette direction la direction primitive de la Riviére. On aura donc l'une des deux parties de l'angle du Confluent divisé par la direction commune, & l'on aura en même temps l'autre partie.

Si les forces que les deux Riviéres ont *par elles-mêmes*; c'est-à-dire, les produits des masses par les vîtesses, sont des quantités égales, il est évident que la direction commune divise en deux moitiés égales l'angle du Confluent.

Pour prendre de tout ceci une idée encore plus nette, il sera bon de voir quelle sera la position de la direction commune par rapport aux directions particuliéres ou primitives, toûjours dans la supposition de cette égalité des forces des Riviéres, mais en y ajoûtant celle de différents angles du Confluent.

Si cet angle est infiniment petit ou aigu, la direction commune sera infiniment inclinée, ou, ce qui est le même, parallele aux deux directions particuliéres, ou même confonduë avec elles.

Si l'angle du Confluent est droit, la direction commune fait un angle de 45 avec chacune des deux particuliéres.

Si l'angle du Confluent est infiniment obtus, c'est-à-dire, si les directions des deux Riviéres ne font qu'une même ligne droite, si elles se rencontrent de front, on concevra

ou qu'il ne se forme point de direction commune, ou que s'il y en a une, elle traversera les deux Riviéres perpendiculairement à l'une & à l'autre des deux directions particuliéres.

Donc la direction ayant commencé dans le 1er des deux cas extrêmes par avoir la même position que les directions particuliéres, & finissant dans le 2d cas par en avoir une la plus opposée à la leur qu'il soit possible, il faut que dans tous les cas moyens, à commencer par le 1er extrême, elle en ait une toûjours plus différente, & en un mot d'autant plus différente que l'angle du Confluent sera plus grand.

Si l'on ne suppose plus l'égalité des forces naturelles des deux Riviéres, il est clair en général que la direction commune n'aura plus la même position à l'égard des deux particuliéres, mais qu'elle se portera vers le côté le plus fort.

La direction commune des deux Riviéres étant déterminée & connuë, la vîtesse commune qu'elles prendront ne l'est pas encore. Cette vîtesse sera, comme dans tous les mouvements composés, moindre que la somme des deux vîtesses primitives, & voici comment M. Pitot le prouve. La vîtesse des Riviéres dépend uniquement de la pente du terrain où elles coulent. Que cette pente immédiatement après la jonction soit la même qu'elle étoit immédiatement auparavant, il y aura égalité entre la somme des deux masses d'eau multipliées chacune par la vîtesse particuliére qu'elle avoit avant la jonction, & la somme des mêmes deux masses multipliée par la vîtesse commune qui sera après la jonction. De cette égalité exprimée algébriquement, on tire la valeur de la vîtesse commune, moindre que la somme des deux particuliéres & primitives.

Cela paroît bien contraire à ce que nous avons dit en 1710 *, que l'*union de deux Riviéres les fait couler plus vîte.* Mais il n'étoit question alors que de causes Phisiques particuliéres que nous ne considérons pas ici. Elles se combinent nécessairement avec le pur géométrique, & le dérangent souvent beaucoup.

* p. 163.

Nous avons ſuppoſé pareillement que les Riviéres ſe joignoient dès qu'elles ſe rencontroient. Il s'en faut bien que ce ne ſoit là une vérité exacte. M. Pitot remarque que des Riviéres peuvent faire juſqu'à 10 Lieuës ſans ſe mêler entiérement.

M. le Chevalier de Pontis, Enſeigne des Galeres du Roy, a envoyé à l'Académie un Mémoire ſur la Force des Cordes, où il rapporte un grand nombre d'expériences qu'il a imaginées & executées avec beaucoup de ſoin & d'adreſſe, & répétées pluſieurs fois. Il en réſulte la même conſéquence que d'un Mémoire de M. de Reaumur dont nous avons parlé en 1711 *; parce que les Cordes ſont tortillées, elles en ont moins de force. M. de Pontis s'eſt rencontré dans quelques raiſonnements avec M. de Reaumur, & en a ajoûté de nouveaux à cette Théorie. On a cru qu'en la ſuivant avec le même ordre & la même juſteſſe, il parviendroit à perfectionner la fabrique des Cordes, ce qui ſeroit d'une très-grande utilité pour la Marine.

* p. 91. & ſuiv.

V. les M. p. 159.

NOus renvoyons entiérement aux Mémoires L'Ecrit de M. Clairaut ſur les Centres d'Oſcillation dans des Milieux réſiſtants.



ELOGE

ÉLOGE
DE M. BOERHAAVE.

HERMAN BOERHAAVE nâquit le dernier de Décembre 1668 à Voorhout près de Leyde, de Jacques Boërhaave, Pasteur de ce petit Village, & d'Agar Paalder. Sa famille étoit originaire de Flandre, anciennement établie à Leyde, & d'une fortune très-médiocre. Dès l'âge de 5 ans, il perdit sa Mere, qui laissoit encore trois autres Enfants. Un an après le Pere se remaria, & six nouveaux Enfants augmentérent sa famille. Heureux les Pays où le luxe & des mœurs trop délicates n'en font point craindre le nombre! Il arriva encore une chose qui seroit assés rare dans d'autres Pays, & dans d'autres mœurs, la seconde femme devint la Mere commune de tous les Enfants de son Mari, également occupée de tous, tendrement aimée de tous.

Le Pere, & par un amour naturel, & par une économie nécessaire, étoit le Précepteur des Garçons aussi long-temps qu'il pouvoit l'être. Il reconnut bientôt dans Herman des dispositions excellentes, & il le destina à remplir une place comme la sienne. Son ambition ne prenoit pas un plus grand vol. Il lui avoit déja appris à l'âge de 11 ans beaucoup de Latin, de Grec, de Belles Lettres, & dans le même temps qu'il lui formoit l'esprit, il avoit soin de lui fortifier le corps par quelqu'exercice modéré d'Agriculture, car il falloit que la bonne éducation coûtât peu.

Cependant vers l'âge de 14 ans le jeune Boërhaave fut attaqué d'un Ulcere malin à la Cuisse gauche, il fut tourmenté pendant près de quatre ans & du mal & des remedes, enfin après avoir épuisé tout l'art des Médecins & des Chirurgiens, il s'avisa de se faire de fréquentes fomentations avec de l'Urine où il avoit dissous du Sel, & il se guérit lui-même; présage, si l'on veut, de l'avenir qui l'attendoit.

Cette longue maladie ne nuisit presque pas au cours de ses Etudes. Il avoit par son goût naturel trop d'envie de sçavoir, & il en avoit trop de besoin par l'état de sa fortune. Il entra à 14 ans dans les Ecoles publiques de Leyde, il passoit rapidement d'une Classe dans une plus élevée, & par-tout il enlevoit tous les Prix. Il n'avoit que 15 ans quand la mort de son Pere le laissa sans secours, sans conseil, sans bien.

Quoique dans ses études il n'eût pour dernier & principal objet que la Théologie, il s'étoit permis des écarts assés considérables vers une autre Science extrêmement différente, vers la Géométrie, qu'il auroit presque dû ne connoître que de nom. Peut-être certains Esprits faits pour le Vrai sçavent-ils par une espece d'instinct, qu'il doit y avoir une Géométrie, qui sera quelque chose de bien satisfaisant pour eux, mais enfin M. Boërhaave se sentit forcé à s'y appliquer sans aucune autre raison que celle du charme invincible qui l'attiroit. Heureusement ce fut-là pour lui après la mort de son Pere une ressource qu'il n'avoit pas prévûë. Il trouva moyen de subsister à Leyde, & d'y continuer ses études de Théologie en enseignant les Mathématiques à de jeunes gens de condition.

D'un autre côté la maladie dont il s'étoit guéri, lui fit faire des réflexions sur l'utilité de la Médecine, & il entreprit d'étudier les principaux Auteurs dans ce genre, à commencer par Hippocrate, pour qui il prit une admiration vive & passionnée. Il ne suivit point les Professeurs publics, il prit seulement quelques-unes des Leçons du fameux Drelincourt, mais il s'attacha aux Dissections publiques, & en fit souvent d'Animaux en son particulier. Il n'avoit besoin que d'apprendre des faits qui ne se devinent point, & qu'on ne sçait qu'imparfaitement sur le rapport d'autrui, tout le reste, il se l'apprenoit lui-même en lisant.

Sa Théologie ne laissoit pas d'avancer, & cette Théologie, c'étoit le Grec, l'Hébreu, le Chaldéen, la Critique de l'Ancien & du Nouveau Testament, les anciens Auteurs Ecclésiastiques, les Commentateurs modernes. Comme on le

connoissoit capable de beaucoup de choses à la fois, on lui avoit conseillé d'allier la Médecine à la Théologie, & en effet il leur donnoit la même application, & se préparoit à pouvoir remplir en même temps les deux fonctions les plus indispensablement nécessaires à la Société.

Mais il faut avoüer que quoiqu'également capable de toutes les deux, il n'y étoit pas également propre. Le fruit d'une vaste & profonde lecture dans les matiéres Théologiques avoit été de lui persuader que la Religion très-simple au sortir, pour ainsi dire, de la bouche de Dieu, étoit présentement défigurée par de vaines, ou plûtôt par de vitieuses subtilités philosophiques, qui n'avoient produit que des dissentions éternelles, & les plus fortes de toutes les haines. Il vouloit faire un Acte public sur cette Question, *Pourquoi le Christianisme prêché autrefois par des Ignorants, avoit fait tant de progrès, & en faisoit aujourd'hui si peu, prêché par des Sçavants!* On voit assés où ce Sujet, qui n'avoit pas été pris au hazard, devoit le conduire, & quelle cruelle Satire du Ministere Ecclésiastique en général y étoit renfermée. Pouvoit-il avec une façon de penser si singuliére exercer ce Ministere tel qu'il le trouvoit? Pouvoit-il espérer d'amener un seul de ses Collegues à son avis? N'étoit-il pas sûr d'une guerre générale déclarée contre lui, & d'une guerre Théologique?

Un pur accident, où il n'avoit rien à se reprocher, se joignit apparemment à ces réflexions, & le détermina absolument à renoncer au Ministere, & à la Théologie. Il voyageoit dans une Barque, où il prit part à une conversation qui rouloit sur le Spinosisme. Un Inconnu plus orthodoxe qu'habile, attaqua si mal ce Sisteme que M. Boërhaave lui demanda s'il avoit lû Spinosa. Il fut obligé d'avoüer que non, mais il ne pardonna pas à M. Boërhaave. Il n'y avoit rien de plus aisé que de donner pour un Zelé & ardent défenseur de Spinosa, celui qui demandoit seulement que l'on connût Spinosa quand on l'attaquoit; aussi le mauvais raisonneur de la Barque n'y manqua-t-il pas, le Public, non-seulement très-susceptible, mais avide de mauvaises impressions,

le seconda bien, & en peu de temps M. Boërhaave fût déclaré Spinosiste. Ce Spinosiste cependant a été toute sa vie fort régulier à certaines pratiques de piété, par exemple, à ses Prieres du matin & du soir. Il ne prononçoit jamais le nom de Dieu, même en matiére de Phisique, sans se découvrir la tête, respect qui, à la vérité, peut paroître petit, mais qu'un hipocrite n'auroit pas le front d'affecter.

Après son aventure, il se résolut à n'être desormais Théologien qu'autant qu'il le falloit pour être bon Chrétien, & il se donna entiérement à la Médecine. Il n'eut point de regret à la vie qu'il auroit menée, à ce Zele violent qu'il auroit fallu montrer pour des opinions fort douteuses, & qui ne méritoient que de la tolérance, à cet esprit de parti dont il auroit dû prendre quelques apparences forcées, qui lui auroient coûté beaucoup, & peu réussi.

Il fut reçû Docteur en Médecine l'an 1693, âgé de 25 ans, & ne discontinua pas ses Leçons de Mathématique, dont il avoit besoin en attendant les Malades qui ne viennent pas si-tôt. Quand ils commencérent à venir, il mit en Livres tout ce qu'il pouvoit épargner, & ne se crut plus à son aise que parce qu'il étoit plus en état de se rendre habile dans sa Profession. Par la même raison qu'il se faisoit peu à peu une Bibliotheque, il se fit aussi un Laboratoire de Chimie, & quoiqu'il ne pût pas se donner un Jardin, il étudia beaucoup la Botanique.

Si l'on rassemble tout ce qui a été dit jusqu'ici, on sera sans doute étonné de la quantité de connoissances différentes qui s'amassoient dans une seule tête. Que seroit-ce donc si nous osions dire qu'il embrassa jusqu'à la Jurisprudence, & à la Politique? Il y a des Esprits à qui tout ce qui peut être sçû convient, & qu'une grande facilité de compréhension, une mémoire heureuse, une lecture continuelle, mettent en état d'apprendre tout. Peut-être ne feront-ils guére qu'apprendre, que sçavoir ce qui a été sçû par d'autres, mais ils sçauront eux seuls ce qui a été sçû par un grand nombre d'autres séparément, & il ne leur arrivera pas, comme à ceux

du caractere opposé, d'être d'un côté de grands Hommes, & de l'autre des Enfants.

Sa réputation augmentoit assés vîte, & sa fortune fort lentement. Un Seigneur, qui étoit dans la plus intime faveur de Guillaume III, Roi d'Angleterre, le sollicita par de magnifiques promesses à venir s'établir chés lui à la Haye, mais le jeune Médecin craignit pour sa liberté, quoique peut-être avec peu de raison, & il refusa courageusement. Les Lettres, les Sciences forment assés naturellement des Ames indépendantes, parce qu'elles modérent beaucoup les desirs.

M. Boërhaave eut dès-lors trois Amis de grande considération, M. Jacques Trigland célébre Professeur en Théologie, & Mrs Daniel Alphen, & Jean van den Berg, tous deux élevés aux premiéres Magistratures, qu'ils exerçoient avec beaucoup d'honneur. Ils avoient presque deviné le mérite de M. Boërhaave, & ce fut pour eux une gloire dont ils eurent lieu dans la suite de se sçavoir bon gré, & pour lui un sujet de reconnoissance qu'il sentit toûjours vivement. M. van den Berg lui proposa de songer à une place de Professeur en Médecine dans l'Université de Leyde, & l'effraya par cette proposition qu'il jugea aussi-tôt trop téméraire & trop ambitieuse pour lui, mais cet Ami habile & zélé, qui se crut assés fort par son crédit, & encore plus par le Sujet pour qui il agiroit, entreprit l'affaire, & elle fut faite en 1702.

Devenu Professeur public, il fit encore chés lui des Cours particuliers, qui sont & plus instructifs, & plus fréquentés, &, pour tout dire, plus utiles au Maître. Le succès de ses Leçons fut tel, que sur un bruit qui courut qu'il devoit passer ailleurs, les Curateurs de l'Université de Leyde lui augmentérent considérablement ses appointements, à condition qu'il ne les quitteroit point. Leur sage économie sçavoit calculer ce qu'il valloit à leur Ville par le grand nombre de ses Ecoliers.

Les premiers pas de sa fortune une fois faits, les suivants furent rapides. On lui donna encore deux places de Professeur,

l'une en Botanique, l'autre en Chimie, & les honneurs, qui ne sont que des honneurs, comme les Rectorats, ne lui furent pas épargnés.

Ses fonctions multipliées autant qu'elles pouvoient l'être, attirérent à Leyde un concours d'Etrangers qui auroit presque suffi pour enrichir la Ville, & assûrément les Magistrats ne se repentirent point d'avoir acheté cher l'assûrance de posséder toûjours un pareil Professeur. Tous les Etats de l'Europe lui fournissoient des Disciples, l'Allemagne principalement, & même l'Angleterre, toute fiére qu'elle est, & avec justice, de l'état florissant où les Sciences sont chés elle. Quoique le lieu où il tenoit chés lui ses Cours particuliers de Médecine ou de Chimie fût assés grand, souvent pour plus de sûreté on s'y faisoit garder une place, comme nous faisons ici aux Spectacles qui réüssissent le plus.

Il n'est pas étonnant que dans les Siécles où les Etablissements publics, destinés aux foibles Sciences d'alors, étoient fort rares, on se soit rendu de tous les Pays de l'Europe auprès d'un Docteur devenu célébre, que quelquefois même on l'ait suivi jusque dans des Solitudes, lorsqu'il étoit chassé des Villes par la jalousie, & la rage de ses Rivaux. Mais aujourd'hui que tout est plein de Colleges, d'Universités, d'Académies, de Maîtres particuliers, de Livres qui sont des Maitres encore plus sûrs, quel besoin a-t-on de sortir de sa Patrie pour étudier en quelque genre que ce soit? Trouvera-t-on ailleurs un Maître si supérieur à ceux que l'on avoit chés soi? Sera-t-on suffisamment récompensé du voyage? Il n'est guére possible d'imaginer sur ce point d'autre cause que les talents rares & singuliers d'un Professeur.

Il ne sera point obligé à inventer des Sistemes nouveaux, mais il le sera à posseder parfaitement tout ce qui a été écrit sur sa Science, à porter de la lumiére par-tout où les Auteurs originaux auront, selon leur coûtume, laissé beaucoup d'obscurité, à rectifier leurs erreurs, toûjours d'autant plus dangereuses, qu'ils sont plus estimables; enfin à refondre toute la Science, si on peut espérer, comme on le peut presque

toûjours, qu'elle sera plus aisée à saisir sous une forme nouvelle. C'est ce qu'a fait M. Boërhaave sur la Chimie, dans les deux Volumes in-4° qu'il en a donnés en 1732. Quoiqu'on l'eût déja tirée de ces ténébres mistérieuses où elle se retranchoit anciennement, & d'où elle se portoit pour une Science unique, qui dédaignoit toute communication avec les autres, il sembloit qu'elle ne se rangeoit pas bien encore sous les loix générales de la Phisique, & qu'elle prétendoit conserver quelques droits & quelques privileges particuliers. Mais M. Boërhaave l'a réduite à n'être qu'une simple Phisique, claire, & intelligible. Il a rassemblé toutes les lumiéres acquises depuis un temps, & qui étoient confusément répanduës en mille endroits différents, & il en a fait, pour ainsi dire, une Illumination bien ordonnée, qui offre à l'Esprit un magnifique Spectacle.

Il faut avoüer cependant que dans cette Phisique ou Chimie si pure, & si lumineuse, il y admet l'Attraction, & pour agir avec plus de franchise que l'on ne fait assés souvent sur cette matiére, il reconnoît bien formellement que cette Attraction n'est point du tout un principe Méchanique. Peut-être la croiroit-on plus supportable en Chimie qu'en Astronomie, à cause de ces mouvements subits, violents, impétueux, si communs dans les opérations Chimiques; mais en quelque occasion que ce soit, aura-t-on dit quelque chose, quand on aura prononcé le mot d'Attraction? On l'accuse d'avoir mis dans cet Ouvrage, des opérations qu'il n'a pas faites lui-même, & dont il s'est trop fié à ses Artistes.

Outre les qualités essentielles aux grands Professeurs, M. Boërhaave avoit encore celles qui les rendent aimables à leurs Disciples. Ordinairement on leur jette à la tête une certaine quantité de sçavoir, sans se mettre aucunement en peine de ce qui en arrivera. On fait son devoir avec eux précisément & séchement, & on est pressé d'avoir fait. Pour lui, il leur faisoit sentir une envie sincere de les instruire, non-seulement il étoit très-exact à leur donner tout le temps

promis, mais il ne profitoit point des accidents, qui auroient pu légitimement lui épargner quelque Leçon, il ne manquoit point de la remplacer par une autre. Il s'étudioit à reconnoître les talents, il les encourageoit, les aidoit par des attentions particuliéres.

Il faisoit plus ; si ses Disciples tomboient malades il étoit leur Médecin, & il les préféroit sans hésiter aux pratiques les plus brillantes, & les plus utiles. Il regardoit ceux qu'il avoit à instruire comme ses Enfants adoptifs à qui il devoit son secours, & en les traitant il les instruisoit encore plus efficacement que jamais.

Il avoit trois Chaires de Professeur, & les remplissoit toutes trois de la même maniére. Il publia en 1707, ses *Institutiones Medicæ*, & en 1708, ses *Aphorismi de cognoscendis & curandis Morbis*. Nous ne parlons que des premiéres Editions, qui ont toûjours été suivies de plusieurs autres. Ces deux Ouvrages, & principalement les Institutions, sont fort estimés de ceux qui sont en droit d'en juger; il s'y propose d'imiter Hippocrate. A son exemple, il ne se fonde jamais que sur l'Expérience bien avérée, & laisse à part tous les Sistemes qui peuvent n'être que d'ingénieuses productions de l'Esprit humain, désavouées par la Nature. Cette sagesse est encore plus estimable aujourd'hui que du temps d'Hippocrate où les Sistemes n'étoient ni en aussi grand nombre, ni aussi séduisants. L'imitation d'Hippocrate paroît encore dans le stile serré & nerveux de ses Ouvrages. Ce ne sont en quelque sorte que des germes de Vérités extrémement réduites en petit, & qu'il faut étendre & développer, comme il le faisoit par ses explications.

Pourra-t-on croire que les Institutions de Médecine & les Aphorismes de M. Boërhaave ayent eu un assés grand succès pour passer les bornes de la Chrétienté, pour se répandre jusqu'en Turquie, pour y être traduits en Arabe, & par qui? par le Mufti lui-même. Les plus habiles Turcs entendent-ils donc le Latin? entendront-ils une infinité de choses qui ont rapport à notre Phisique, à notre Anatomie,

à notre

à notre Chimie d'Europe, & qui en ſuppoſent la connoiſſance? Comment ſentiront-ils le mérite d'Ouvrages qui ne ſont à la portée que de nos Sçavants? Malgré tout cela, M. Albert Schultens, très-habile dans les Langues Orientales, & qui, par ordre de l'Univerſité de Leyde, y a fait l'Oraiſon funebre de M. Boërhaave, y a dit qu'il avoit vû cette traduction Arabe, il y avoit alors cinq ans, que l'ayant confrontée à l'original, il l'avoit trouvée fidelle, & qu'elle devoit être donnée à la nouvelle Imprimerie de Conſtantinople.

Un autre fait qui regarde les *Inſtitutions*, n'eſt guére moins ſingulier, quoique d'un genre très-différent. Lorſqu'il réimprima ce Livre en 1713, il mit à la tête une Epître dédicatoire à Abraham Drolenvaux, Sénateur & Echevin de Leyde, où il le remercie très-tendrement & dans les termes les plus vifs de s'être privé de ſa fille unique pour la lui donner en mariage. C'étoit au bout de trois ans que venoit ce remerciement, & qu'il faiſoit publiquement à ſa femme une déclaration d'amour.

Il avoit du goût pour ces ſortes de Dédicaces, & il aimoit mieux donner une marque flateuſe d'amitié à ſon égal, que de ſe proſterner aux pieds d'un Grand, dont à peine peut-être auroit-il été apperçû. Il dédia ſon Cours de Chimie à ſon frere Jacques Boërhaave Paſteur d'une Egliſe, qui deſtiné par leur Pere à la Médecine, l'avoit fort aidé dans toutes les opérations Chimiques auxquelles il ſe livroit, quoique deſtiné à la Théologie. Ils firent enſuite entre eux un échange des deſtinations.

Nous n'avons point encore parlé de M. Boërhaave comme Profeſſeur en Botanique. Il eut cette place en 1709, année ſi funeſte aux Plantes par toute l'Europe, & l'on pourroit dire que du moins Leyde eut alors une eſpece de dédommagement. Le nouveau Profeſſeur trouva dans le Jardin public 3000 Plantes, il avoit doublé ce nombre dès 1720. Heureuſement il avoit pris de bonne heure, comme nous l'avons déja dit, quelque habitude d'Agriculture, & rien ne convenoit mieux, & à ſa ſanté, & à ſon amour pour la vie

simple, que le soin d'un Jardin, & l'exercice corporel qu'il demandoit. D'autres mains pouvoient travailler, mais elles n'eussent pas été conduites par les mêmes yeux. Il ne manqua pas de perfectionner les Méthodes déja établies pour la distribution & la *nomenclature* des Plantes.

Après qu'il avoit fini un de ses trois Cours, les Etrangers, qui avoient pris ses Leçons, sortoient de Leyde, & se dispersoient en différents Pays, où ils portoient son nom, & ses loüanges. Chacune des trois fonctions fournissoit un flot qui partoit, & cela se renouvelloit d'année en année. Ceux qui étoient revenus de Leyde y en envoyoient d'autres, & souvent en plus grand nombre. On ne peut imaginer de moyen plus propre à former promptement la réputation d'un Particulier, & à l'étendre de toutes parts. Les meilleurs Livres sont bien lents en comparaison.

Un grand Professeur en Médecine & un grand Médecin peuvent être deux hommes différents, tant il est arrêté à l'égard de la Nature humaine, que les choses qui paroissent les plus liées par elles-mêmes, y pourront être séparées. M. Boërhaave fut ces deux hommes à la fois. Il avoit sur-tout le *Pronostic* admirable, & pour ne parler ici que par faits, il attira à Leyde, outre la foule des Etudiants, une autre foule presque aussi nombreuse de ceux qui venoient de toutes parts le consulter sur des Maladies singuliéres rébelles à la Médecine commune, & quelquefois même par un excès de confiance sur des Maux ou incurables, ou qui n'étoient pas dignes du voyage. J'ai oui dire que le Pape Benoît XIII le fit consulter.

Après cela on ne sera pas surpris que des Souverains qui se trouvoient en Hollande, tels que le Czar Pierre I, & le Duc de Lorraine, aujourd'hui Grand Duc de Toscane, l'ayent honoré de leurs visites. Dans ces occasions c'est le Public qui entraîne ses Maîtres, & les force à se joindre à lui.

En 1731 l'Académie des Sciences choisit M. Boërhaave pour être l'un de ses Associés Etrangers, & quelque temps après il fut aussi Membre de la Société Royale de Londres.

Nous pourrions peut-être nous glorifier un peu de l'avoir prévenuë, quoique la France eût moins de liaison avec lui que l'Angleterre.

Il se partagea également entre les deux Compagnies, en envoyant à chacune la moitié de la Relation d'un grand travail * suivi nuit & jour & sans interruption pendant 15 ans entiers sur un même feu, d'où il résultoit que le Mercure étoit incapable de recevoir aucune vraye altération, ni par conséquent de se changer en aucun autre Métal. Cette opération ne convenoit qu'à un Chimiste & fort intelligent & fort patient, & en même temps fort aisé. Il ne plaignit pas la dépense, pour empêcher, s'il est possible, celles où l'on est si souvent & si malheureusement engagé par les Alchimistes.

* V. l'Hist. de 1734. p. 55. & s.

Sa vie étoit extrêmement laborieuse, & son tempérament, quoique fort & robuste, y succomba. Il ne laissoit pas de faire de l'exercice, soit à pied, soit à cheval, & quand il ne pouvoit sortir de chés lui, il joüoit de la Guitarre, divertissement plus propre que tout autre à succéder aux occupations sérieuses & tristes, mais qui demande une certaine douceur d'ame que les gens livrés à ces sortes d'occupations n'ont pas ou ne conservent pas toûjours. Il eut trois grandes & cruelles maladies, l'une en 1722, l'autre en 1727, & enfin la derniére qui l'emporta le 23 Septembre 1738.

M. Schultens, qui le vit en particulier trois semaines avant sa mort, atteste qu'il le trouva au milieu de ses mortelles souffrances dans tous les sentiments non-seulement de soumission, mais d'amour pour tout ce qui lui venoit de la main de Dieu. Avec un pareil fond il est aisé de juger que ses moeurs avoient toûjours été très-pures. Il se mettoit volontiers en la place des autres, ce qui produit l'équité & l'indulgence, & il mettoit volontiers aussi les autres en sa place, ce qui prévient ou réprime l'orgueil. Il desarmoit la medisance & la Satire en les négligeant, il en comparoit les traits à ces Etincelles qui s'élancent d'un grand feu, & s'éteignent aussi-tôt quand on ne souffle pas dessus.

Il a laissé un bien très-considérable, & dont on est surpris

quand on ſonge qu'il n'a été acquis que par les moyens les plus légitimes. Il s'agit peut-être de près de deux Millions de Florins, c'eſt-à-dire, de quatre Millions de notre Monnoye. Et qu'auroient pu faire de mieux ceux qui n'ont jamais rejetté aucun moyen, & qui ſont partis du même point que lui? Il a joui long-temps de trois Chaires de Profeſſeur, tous ſes Cours particuliers produiſoient beaucoup, les conſultations qui lui venoient de toutes parts étoient payées ſans qu'il l'exigeât, & ſur le pied de l'importance des perſonnes dont elles venoient, & ſur celui de ſa réputation; d'ailleurs la vie ſimple dont il avoit pris l'habitude, & qu'il ne pouvoit ni ne devoit quitter, nul goût pour des dépenſes de vanité & d'oſtentation, nulle fantaiſie, ce ſont encore là de grands fonds, & tout cela mis enſemble, on voit qu'il n'y a pas eu de ſa faute à devenir ſi riche. Ordinairement les hommes ont une fortune proportionnée, non à leurs vaſtes & inſatiables deſirs, mais à leur médiocre mérite, M. Boërhaave en a eu une proportionnée à ſon grand mérite, & non à ſes deſirs très-modérés. Il a laiſſé une Fille unique héritiére de tout ce grand bien.



MEMOIRES



MEMOIRES
DE
MATHEMATIQUE
ET
DE PHYSIQUE,
TIRÉS DES REGISTRES
de l'Académie Royale des Sciences,

De l'Année M. DCCXXXVIII.

TROISIÈME PARTIE
DES RECHERCHES PHYSICO-MATHEMATIQUES SUR LA RÉFLEXION DES CORPS.

Par M. DE MAIRAN.

JE dois demander grace au Public sur ce que je remplis si tard mes engagements. J'avois promis, en finissant ce que je donnai de ces Recherches en 1723, que j'en ferois bien-tôt l'application aux différents degrés de 17 Decemb. 1738.

réfrangibilité de la Lumiére, & voilà plusieurs années qui se sont passées, sans que j'aye tenu ma promesse. A l'égard de l'Académie, j'espere qu'elle m'excusera aisément. On sçait assés dans cette Compagnie, que quoiqu'elle suive constamment le plan des occupations qu'elle s'est fait, il n'en peut pas être toûjours de même de ses membres, dans celles qu'ils s'étoient prescrites. De nouvelles questions que les progrès des Sciences y font naître, des ordres de la Cour pour en éclaircir quelques autres, & différents points de Théorie ou de Pratique sur lesquels on lui fait l'honneur de la consulter de toutes parts, nous contraignent souvent d'abandonner pour un temps l'objet actuel de notre travail, & de nous attacher à un autre qui n'y a quelquefois aucun rapport.

J'avoue aussi qu'ayant envisagé de plus près la matiére que j'ai à traiter, j'y trouvai des difficultés, & de nouveaux sujets de détail, qui m'empêcherent d'achever, & de lire à l'Académie ce que j'en avois déja mis par écrit, & qui fait la plus grande partie de ce que je donnerai aujourd'hui. Ces difficultés rouloient sur le Systeme de la Lumiére & des Couleurs de M. *Newton*, que j'avois toûjours eu en vuë, quant à sa partie expérimentale & de fait, & qui à cet égard me paroît de plus en plus conforme à la Nature. Cependant la plûpart de ces difficultés ont été levées depuis, ou ne sont plus guere en état de faire impression, par la faveur que ce systeme a acquise dans l'esprit de presque tous les Physiciens de l'Europe. Telles sont, par exemple, celles qu'on trouve dans le Livre de M. *Rizzetti*, *De Luminis affectionibus*. J'ai parmi mes Papiers, une Lettre manuscrite de cet Auteur, qui fut, comme je crois, envoyée à l'Académie dans le temps même que j'y lisois ces Mémoires, c'est-à-dire, en 1722, ou 23, & qui contient plusieurs objections contre la Théorie de M. *Newton*. Cette Lettre fut imprimée ensuite dans les Actes de Leipsick, année 1724, & accompagnée des Réponses de M. *Richter*. Enfin le Livre de M. *Rizzetti* ayant paru en 1727, M. *Desaguliers* y répondit l'année suivante, après avoir fait devant plusieurs Membres de la Société Royale de Londres, &

devant plusieurs autres Sçavants de différentes Nations, toutes les expériences nécessaires à la justification de la Théorie Newtonienne.

On a cru aussi infirmer la Théorie des différents degrés de réfrangibilité des rayons colorés de la Lumiére, par les différentes couleurs que l'on remarque dans la lumiére foible & réfléchie de certains objets éclairés, & vûs en partie dans l'ombre; en ce que ces couleurs y semblent naître du simple mêlange de l'ombre & de la lumiére. Mais outre que ces sortes de phénomenes me paroissent très-équivoques, étant quelquefois différemment apperçus par les mêmes, ou par différents observateurs, ils ne tiennent, ce me semble, qu'à des singularités, ou à de petites branches de la Théorie immense des Couleurs, & je ne crois pas y devoir faire attention dans des Recherches où je ne prétends m'attacher qu'au gros du Systeme. Car je pense, que lorsqu'il s'agit d'une question aussi étenduë que celle-ci, & qui embrasse un si prodigieux nombre de faits, on ne doit considérer d'abord que ceux qui sont les plus apparents & les plus certains; & où la propriété qu'on veut constater, ou combattre, se montre, pour ainsi dire, par ses plus grands côtés, sans se mettre en peine des accessoires, & de mille circonstances particuliéres qui la compliquent toûjours. Ce n'est pas aussi sur de semblables expériences, d'une lumiére mêlée d'ombres, que M. *Newton* a établi la différente réfrangibilité des rayons colorés; mais sur celles qui résultent de la lumiére la plus brillante du Soleil, & principalement d'après cette lumiére rompue à travers le Prisme.

Je voulois encore entrer dans le détail de l'analogie du Son & de la Lumiére, des Tons de Musique & des Couleurs Prismatiques. Mais c'est ce que j'ai déja fait dans le Discours accompagné d'Eclaircissements, que je lûs l'année derniére à l'Académie, *sur la Propagation du Son dans ses différents Tons*, où cette analogie ne trouve pas moins bien sa place qu'elle auroit fait ici; & je n'aurai que peu de chose à y adjoûter.

Voilà donc mon travail fort abrégé par toutes ces avances, sur des matiéres dont je redoutois peut-être un peu trop la discussion. Aussi serai-je beaucoup plus court à plusieurs égards, que je n'avois espéré pouvoir l'être, n'ayant souvent qu'à indiquer les principes posés dans les Mémoires de 1722 & 23, pour en faire l'application au sujet de celui-ci.

Mais des difficultés que l'on m'a faites depuis, & auxquelles je n'avois pas cru devoir m'attendre, demanderont quelque examen. En voici une des plus importantes. Ces mêmes principes que j'ai employés, qui sont purement méchaniques, & qu'on ne peut refuser d'admettre pour tout ce qui se passe sous nos yeux dans les corps grossiers, ont paru insuffisants à quelques personnes, qui jugent la Réflexion & la Réfraction de la Lumiére inexplicables par le Méchanisme, & croyent qu'elle dépend absolument d'une répulsion & d'une attraction de la part du corps réfléchissant, ou rompant, qui ne sçauroient être réduites aux loix de la Méchanique ordinaire. En un mot, on m'a opposé l'Attraction aujourd'hui proprement dite, prétendue essentielle & inhérente à la matiére.

Sur quoi je prierai d'abord le Lecteur de considérer; Que soit que le principe méchanique de l'impulsion & du choc des corps se trouve, ou ne se trouve pas suffisant pour expliquer la cause primitive & prochaine des effets de la Nature, ce qu'il y a de fondamental & d'essentiel dans mes Recherches sur la Réflexion & la Réfraction des corps en général, & en particulier de la Lumiére, n'en subsiste pas moins dans toute sa force; mon principal but n'ayant été que d'expliquer des effets secondaires, mathématiquement, & par le calcul, comme l'indique assés le titre de mon ouvrage, & comme je l'ai dit en plus d'un endroit. Ces Mémoires ont été composés dans la vuë de n'y adopter par nécessité aucun Systeme de Physique sur la Lumiére : j'ai voulu seulement ne m'y écarter jamais de l'idée claire du Méchanisme; de maniére que l'hypothese des *vibrations de pression*, & celles qui s'y rapportent, celle de l'*émission* des corpuscules lumineux, & même l'*attraction*, en tant qu'expérimentale, ou effet extérieur d'une cause

quelconque, s'y trouvassent renfermées par des Formules uniquement relatives à cet effet. Ainsi le plan mobile dans la Réfraction, telle que je la considere, la ramene entiérement à l'idée simple de la Réflexion; la force perpendiculaire qui agit contre ce plan, ou qui décompose le mouvement oblique du globule poussé contre lui, y représente, ou le transport actuel du globule en ce sens, ou sa simple tendance, ou l'attraction du nouveau milieu, laquelle ne doit être considérée, selon l'hypothese, qu'à l'instant du passage, la surface de ce nouveau milieu, plus ou moins résistant, devant produire un effet analogue à ce qui se passe sur le plan fictice. Il n'est plus question après cela de ce qui arrive au globule, ou à la file comprimée de plusieurs globules, jusqu'à ce qu'ils rencontrent un milieu différent. Car on convient dans toutes ces hypotheses, que le mouvement de la lumiére y doit être regardé comme uniforme, vû la vîtesse de ce mouvement, ou la promptitude des vibrations, ou la tendance presque infinies de la lumiére. Et si dans les Remarques dont j'ai accompagné mes Propositions, & leurs Corollaires, j'ai touché quelques points de Physique, sur la contexture des corps diaphanes, sur les fluides qui peuvent remplir leurs pores, ou environner toutes leurs parcelles, comme autant de petites atmospheres, dont mille phénomenes nous assûrent l'existence; si j'y rappelle quelquefois l'histoire de nos progrès dans toutes ces connoissances, ce sont des hors-d'œuvres dont on peut se passer. En un mot je n'ai prétendu donner, à la rigueur, que la Théorie Physico-Mathématique de la Réflexion des corps, avec ses principaux accidents, & réduite au Méchanisme intelligible & connu.

Je dois encore avertir, que quand il s'agit de chercher la cause physique des phénomenes de la Lumiére, on ne sçauroit faire trop d'attention à ce qui a été dit dans l'*Art. LXII, Rem. 12, pp. 372, 373 & 374*, de mon second Mémoire, sur la perméabilité plus ou moins grande des milieux, par rapport à la Lumiére. Car malgré toutes les précautions que j'avois prises sur ce sujet, on m'a fait quelques objections qui

semblent supposer, que la lumiére traverse les corps diaphanes, en brisant leur tissu, ou en écartant çà & là leurs parties propres; puisque l'on en conclut, comme faisoit M. *de Fermat* dans sa dispute avec *Descartes*, que si le méchanisme que j'ai employé, avoit lieu dans la transmission de la lumiére, elle devroit s'écarter de la perpendiculaire à la rencontre du milieu plus dense, ce qui est manifestement contraire au fait. On ne songe point que la lumiére ne peut se mouvoir, si elle se meut réellement par un mouvement de projectile ou de transport, que dans les intervalles vuides, ou non vuides, qui sont semés entre les parties propres du corps réfringent, & dont la somme ou la grandeur doit, selon M. *Newton* même, surpasser presque infiniment l'espace que les parties propres occupent, eu égard au volume extérieur & apparent du corps. Je ne sçaurois donc trop le répéter, la densité alléguée n'est relative qu'à la quantité de matiére propre, qui se manifeste à nous par le poids, & que nous ne connoissons que par le poids, & ne conclut rien du tout par rapport à la densité, ou à la perméabilité plus ou moins grande du fluide renfermé dans les intervalles, qui font le sujet immédiat de la transmission de la lumiére. Et si l'on attribue, avec M. *Perrault*, la transmission de la lumiére aux vibrations particuliéres qu'elle peut exciter sur le corps diaphane & réfringent, & qui se communiqueront au fluide répandu dans ses pores, & de-là au dehors, comme les vibrations ou les frémissements des parties insensibles du corps sonore se communiquent à l'air pour y produire le son, une pareille hypothese ne changera rien encore à ma Théorie; parce que la promptitude de ces vibrations peut être, & paroît même devoir être plus grande dans le corps appellé *plus dense*, que dans celui qu'on appelle *plus rare*.

V. *Essais de Physiq. de M.* Perrault *sur la Transparence des corps, t. 4. p. 237.*

Enfin puisque j'en ai assés dit dans les Mémoires qui précédent celui-ci, & dans ce préliminaire, pour faire juger que je ne crois pas qu'on doive recourir à d'autres hypotheses, en expliquant les effets de la lumiére, qu'à celles qui sont fondées sur le Méchanisme, & combien en même temps je

ſuis peu diſpoſé à admettre le Syſteme de l'Attraction innée, je ne finirai pas ces Recherches ſans dire plus particuliérement ce que je penſe de ce ſyſteme, en tant qu'applicable à la Réfraction, & ſans montrer, comme je l'eſpere, que tout gratuit qu'il eſt, & quelque commode qu'il paroiſſe, il ſouffre pour le moins autant de difficulté que ceux auxquels on a voulu le ſubſtituer.

Mais en attendant, on s'éloigneroit beaucoup de mes intentions, ſi l'on prenoit ce que je donne ou ce que je donnerai ſur la Lumiére & les Couleurs, pour une Critique indirecte de la doctrine de M. *Newton* ſur ce ſujet. On doit plûtôt le regarder comme une eſpece de Commentaire ſur la partie la plus eſſentielle de ſon Optique, ſur ſes expériences, & ſur les inductions phyſico-mathématiques qu'il en faut tirer. Car bien des perſonnes refuſent d'admettre ou d'examiner ces expériences & ces inductions, ſeulement parce que M. *Newton*, ou quelques-uns de ſes diſciples nous les ont données comme la ſuite ou la preuve de cette même attraction dont je viens de parler. Or qu'y a-t-il de plus utile dans ces circonſtances, & pour la vérité, que je me flatte de chercher ſans aucun eſprit de parti, & pour ramener à cet égard les plus zélés partiſans de *Deſcartes*, que de leur faire voir que ces découvertes, qu'ils s'obſtinent à rejetter, ou à combattre, n'ont rien en ſoi qui ne s'accorde parfaitement avec le Méchaniſme, & avec les plus ſolides, & les plus rigoureux principes de la Philoſophie Cartéſienne.

Je reprendrai les numero des Articles & des Figures où je les ai quittés dans le Volume de 1723, en les marquant, & en les citant tout de ſuite dans cette troiſiéme Partie, comme ne faiſant qu'un ſeul & même ouvrage avec les deux précédentes. Les Mémoires de 1722, *page 6*, &c. contiennent les 34 premiers Articles, depuis I juſqu'à XXXIV, incluſivement, & les 13 premiéres Figures; les Mém. de 1723, *p. 343*, &c. contiennent les 34 Articles ſuivants, depuis XXXV, juſqu'à LXVIII, & les Figures 14, 15, 16, 17 & 18. Tout ce qui ſuit, Art. LXIX, juſqu'au CXVIII,

& Fig. 19, jusqu'à la 31[me] inclusivement, sera contenu dans ce Volume.

J'ai rassemblé dans un *Errata*, que l'on trouvera à la fin de ce même Volume, toutes les fautes d'impression que j'avois ci-devant apperçuës dans les deux Mémoires de 1722 & 1723, & celles que j'ai pû y appercevoir dans la derniére lecture que j'en ai faite.

DE LA REFRACTION PARTICULIERE,

OU

Des différents degrés de Réfrangibilité de la Lumiére, & de ses Couleurs.

LXIX. Il ne sçauroit arriver de changement dans un effet, sans qu'il n'y soit survenu quelque nouvelle cause. Un mobile qui viendra frapper plusieurs fois de la même maniére la surface d'un milieu différent de celui qu'il quitte, mais toûjours le même, s'y réfléchira, ou s'y rompra toûjours de la même maniére, sous le même angle, & avec la même force. C'est la même chose, si plusieurs mobiles égaux viennent frapper de la même maniére le nouveau milieu : il ne sçauroit y avoir de différence dans leur Réflexion, ou dans leur Réfraction ; le même angle d'incidence doit toûjours produire en eux le même angle de Réflexion, ou de Réfraction.

Au contraire si des mobiles, qui différent entre eux par leurs mouvements, ou par quelque modification particuliére, viennent frapper la surface du nouveau milieu, il est évident que leur Réflexion, ou leur Réfraction pourra être différente, & se faire sous divers angles, quoique leur incidence soit la même.

Ce principe, & son inverse sont si clairs, & l'application s'en fait si naturellement au sujet propre de la lumiére, qu'il seroit inutile de s'y arrêter davantage. Tout rayon sensible de lumiére se divise, en passant obliquement d'un milieu dans un autre,

un autre, ses parties deviennent divergentes de paralleles qu'elles étoient; en un mot elles se rompent sous différents angles, & elles excitent sur l'organe de la vuë des ébranlements différents, puisqu'ils répondent aux sensations de différentes couleurs. Il faut donc conclurre, que *les parties qui composent un rayon de lumiére ne sont pas homogénes, ou ne se trouvent pas dans les mêmes circonstances au moment de leur passage d'un milieu dans un autre.*

LXX. Je conçois que la Réflexion, & la Réfraction peuvent changer par les *différentes figures* du mobile, par ses *différentes positions* eu égard au plan ou à la surface du nouveau milieu à l'instant du choc; par sa *masse* & sa *différente grosseur,* par ses *divers mouvements curvilignes,* ou *rectilignes* mêlés de *rotation;* & par ses *différentes vîtesses.*

Sur la différente figure des corpuscules de la Lumiére.

LXXI. Les changements qui peuvent arriver à la Réfraction par les différentes figures du mobile, & par les différentes positions que ces figures y occasionnent sur le plan réfringent, dans l'instant de la rencontre, ne sçauroient rien avoir de constant, & de régulier, ni qui puisse nous être utile pour l'explication des phénoménes de la Lumiére à cet égard. C'est pourquoi nous nous contenterons de ce qui en a été dit dans la premiére Partie, en parlant de la Réflexion des Poliédres, *Art. XXIX, XXX, XXXI, & XXXII.* Les circonstances du plan mobile, ou de la superficie pénétrable d'un nouveau milieu, qui caractérisent la Réfraction, y peuvent être aisément suppléées par le Lecteur. Car nous tirerons des mêmes principes, & de ce qu'il y a de constant dans la Réfraction de la Lumiére, la même conséquence que nous avons tirée de la régularité de sa Réflexion, sçavoir, qu'elle ne peut consister qu'en des globules ou parties sphériques, toute autre figure étant insuffisante à produire ce que nous voyons qui lui arrive constamment, *Art. XXXIII, & XXXIV.*

LXXII. *Remarque 15.* Cette conséquence, & ce qui a

été démontré dans les articles cités, n'a lieu cependant, qu'autant que l'on y suppose les globules ou les files de globules qui composent un rayon sensible de lumiére, comme isolés & séparés l'un de l'autre par quelque intervalle. Car si toutes les parties du rayon se touchoient, & s'entr'appuyoient latéralement dans le cours de leur propagation, & à la rencontre du plan réfléchissant, ou rompant, en un mot, si le rayon de lumiére n'étoit qu'un fluide massif, & tel qu'un cylindre d'eau renfermé dans un tube, comme quelques personnes m'ont paru l'imaginer, j'avoue que la figure des parties, soit sphérique, soit poliédre, n'y produiroit pas la même différence, & qu'il y auroit beaucoup à changer dans les inductions que j'en ai tirées. Mais c'est-là à mon avis une grande erreur.

La Lumiére est vraisemblablement de tous les corps que nous connoissons le plus rare, & dont les parties rélativement à leur grosseur sont à une plus grande distance les unes des autres. Un peu d'attention suffit pour s'en convaincre. La lumiére n'agit que par radiation, c'est-à-dire, en partant d'un centre, qui est le point lumineux, d'où elle s'étend en divergence. Or les parties divergentes ne se touchent pas, & elles s'écartent d'autant plus les unes des autres, qu'elles sont plus loin de leur centre commun ou de leur origine. Soient, par exemple, deux files de globules, ou, pour plus de simplicité, deux globules, qui étant imaginés comme contigus & se touchants au centre du Soleil, s'écartent ensuite l'un de l'autre jusqu'à sa surface, c'est-à-dire, dans le cours de 150,000 lieues, seulement de la quantité d'un de leurs diametres. Ces deux globules parvenus à la Terre d'un mouvement égal, se trouveront donc à 200 de leurs diametres de distance l'un de l'autre, puisque la Terre est à environ 200 demi-diametres du Soleil ; & s'ils vont jusqu'à la Planete de Saturne, ils y seront près de 10 fois plus écartés, ou de 2000 fois la longueur de leur diametre. Enfin si l'on suppose, comme il est de fait, qu'ils sont repoussés de Saturne jusqu'à nous, & centralement par rapport à son globe, dont le diametre vaut à peu-près un 10me de celui du Soleil, on

trouvera leur diſtance de 4,000,000 de leurs diametres.

L'inverſe de cette idée ou la convergence des rayons lumineux, que l'on ſe procure par le moyen du Miroir ardent, ne prouve pas moins la prodigieuſe rareté de la lumiére; car toute réunion ſuppoſe une ſéparation antérieure. Et comme il eſt à croire que cette réunion artificielle eſt bien imparfaite en comparaiſon de celle qui eſt poſſible dans la nature, nous pouvons préſumer auſſi, que les intervalles qu'elle nous indique entre les particules de la lumiére, quelque grands qu'ils nous paroiſſent, ſont beaucoup moindres que ceux qui exiſtent en effet.

L'exception forcée d'une matiére crêpée & filamenteuſe, ou d'un amas de veſſies capables de ſe dilater à l'infini, ſans ceſſer de ſe toucher, & de s'appuyer réciproquement les unes ſur les autres, ſe détruit par la propriété inconteſtable qu'a la lumiére de ne ſe tranſmettre qu'en ligne droite, & jamais par des tuyaux recourbés, comme fait le Son, & comme elle feroit, ſi ſon ſujet propre étoit de même nature que celui du Son.

Mais rien n'eſt plus capable de montrer, & la petiteſſe, & la rareté preſque infinies des globules de la lumiére, que la décuſſation ou le croiſement qui ſe fait des rayons qui en réſultent, à un trou d'un vingtiéme de ligne, par exemple, & qui n'empêche pas que l'œil n'apperçoive à travers, & ſans confuſion, tous les objets, & toutes les couleurs réfléchies d'une vaſte campagne. Le croiſement eſt cependant inconteſtable, puiſque ces mêmes objets reçus ſur un papier blanc, dans une chambre obſcure, à quelque diſtance du trou, s'y peignent renverſés en tous ſens, & avec leurs vrayes couleurs.

Les couleurs directes de la lumiére rompue à travers le Priſme, ne ſouffrent pas plus d'altération en venant à ſe croiſer les unes les autres. Si l'on reçoit deux rayons Solaires dans la chambre obſcure, ſur deux Priſmes ajuſtés à quelque diſtance l'un au-deſſus de l'autre, & dont les angles réfringents ſoient tournés en ſens contraire, l'un en bas l'autre en haut, & qu'on faſſe croiſer les rayons rompus & colorés qui en

ſortent, il en réſultera à l'endroit de ce croiſement ou de cette décuſſation, une image Solaire oblongue compoſée, & toute troublée par rapport à ſes couleurs; parce que le violet, par exemple, de l'un des deux Spectres s'y mêle avec le rouge, l'orangé, & une partie du jaune de l'autre, réciproquement, & que le verd de l'un y porte ſur le bleu-céleſte de l'autre, &c. Mais ſi l'on reçoit les deux Spectres au de-là du point de décuſſation, ils s'y peindront à l'ordinaire, & ſéparément, ſans aucun veſtige de ce mêlange de leurs couleurs, comme ſi chacun avoit été ſeul, ſi ce n'eſt peut-être que leur vivacité ſera un peu diminuée par la double lumiére qui a été introduite dans la chambre.

Je conclus donc de tout ce qui vient d'être dit à la ſuite des articles cités, que j'ai pu, & dû raiſonner d'un rayon de lumiére qui ſe réfléchit, ou qui ſe rompt à la rencontre d'un nouveau milieu ou d'un plan quelconque, comme d'un compoſé de globules ou petites Spheres ſéparées, & à peu-près comme on pourroit faire à l'égard de quelques balles de mouſquet, qui viendroient frapper une grande table, ou la ſurface de l'eau d'un baſſin.

Sur la différente maſſe ou groſſeur des Globules de la Lumiére.

LXXIII. Quant à la maſſe & à la groſſeur différente du mobile, c'eſt-à-dire, comme nous l'entendrons toûjours à l'avenir, de la Sphere choquante, par rapport à un même plan, il n'en peut naître que les variations déja expliquées dans *l'Article XLIV,* à l'égard d'une même Sphere, qui rencontreroit des plans mobiles de différente maſſe, cela étant tout-à-fait réciproque. La groſſeur ou la maſſe différente de la Sphere ne changera donc rien à la Réfraction, tant que la maſſe du plan mobile qu'elle rencontre, conſervera le même rapport avec elle. Et c'eſt ainſi qu'il faut toûjours le concevoir, dès qu'on ramene cette idée au Phyſique, au plan pénétrable, ou au nouveau milieu. Car quelle que ſoit la groſſeur de la Sphere qui vient déplacer dans ce nouveau

milieu une quantité de matiére égale à ſon volume, cette quantité aura toûjours le même rapport de maſſe avec elle.

LXXIV. *Corol. 32.* D'où il ſuit, que *la différente maſſe ou groſſeur des globules de la lumiére, indépendemment de toute autre circonſtance, ne ſçauroit produire les différents degrés de réfrangibilité que nous remarquons dans les parties qui compoſent un de ſes rayons ſenſibles.*

Sur les différentes Rotations des Globules de la Lumiére.

LXXV. Nous avons toûjours conſidéré le mouvement de la Sphere comme réſultant de la compoſition des deux forces z & x, dont l'une, z, agit parallelement au plan, & l'autre, x, lui eſt perpendiculaire. Les changements qui arrivent à la force z, qui devient par-là $z \pm r$, n'apportent pas moins de changement à la réfraction, que les variations de la force perpendiculaire du reſſort, $x \pm p$, dont nous avons examiné les divers cas, *Art. XLIV,* & ſes *Corollaires.* On feroit donc ici un ſemblable examen par rapport à la force $z \pm r$, ſi cela n'avoit été déja fait dans la premiére Partie, *Artt. XII, XXI,* & les *Corollaires* qui les ſuivent, *Artt. XXII, XXIII,* &c. Il faut ſeulement remarquer, que les changements de la force parallele de la Sphere ne pouvant influer ſur la Réfraction, qu'autant qu'ils ſe compliquent avec ceux de la force perpendiculaire, on devra ſe ſervir deſormais des Formules générales où les deux forces $z \pm r$, $x \pm p$, entrent conjointement, & de la compoſition deſquelles nous avons détaillé le réſultat, *Art. XIII.* On peut s'en faire des exemples ſur la Figure 7, en ſubſtituant le plan mobile ou pénétrable à celle du plan ſubitement ôté dans un inſtant quelconque de l'action du reſſort, & en ne prenant de cette Figure, que les chemins *DCM,* ou *KCM,* ou *KCγ,* conformément à la premiére définition qui précéde l'*Art. XLVIII.* Mais nous pouvons encore imaginer ici les variations $\pm r$ de la force parallele, comme produites par un pirouettement ou mouvement de la Sphere ſur ſon centre, tel qu'il a été décrit,

Art. XXI, sur la Fig. 6. Et parce que ce mouvement seroit capable de produire différents degrés de Réfrangibilité sur les globules de la lumiére, il faut l'examiner un peu plus en détail.

Du reste quoique la Réfraction ne puisse résulter du changement de la force z, si celui de la force x ne s'y joint, on peut cependant ne se servir dans les Articles suivants que des Formules, & des Figures qui conviennent au seul changement de la force z, en faisant abstraction de celui de la force x, qui se trouve nécessairement compliqué dans l'effet total, ou en imaginant la force x, comme donnée & constante, & la force z comme variable.

Fig. 19. LXXVI. Soient plusieurs Spheres, *A, B, C, D, E,* &c. qui se meuvent uniformément, & d'une même vîtesse du milieu *N* vers le milieu *M,* séparé du précédent par la surface ou plan commun *PL,* qu'elles rencontrent obliquement en *HG,* & selon les directions *AH, EG,* &c. toutes paralleles entr'elles. Soit imaginé de plus, que toutes ces Spheres ont différentes quantités de tournoyement sur leurs centres, mais en même sens, ou en deux sens directement opposés; c'est-à-dire, que leurs différentes rotations se font toutes vers un même côté, ou vers le côté opposé, dans un même plan, par exemple, dans le plan *NLMP* de la Figure, ou dans des plans qui lui soient paralleles, & qui sont perpendiculaires au plan réfringent dont *PL* est le profil.

Il est évident, 1.° Que si le plan *PL* étoit tel par sa résistance, que la Réflexion dût s'ensuivre, la Réflexion de chacune de ces Spheres seroit différente, selon le différent degré de rotation qu'elle a; ainsi qu'il a été démontré, *Art. XXI,* & ses *Corollaires.* De sorte que toutes les Spheres qui pirouettent avec le même degré de vîtesse, & en même sens que *A,* se réfléchiroient, par exemple, en α; toutes celles qui ont le même pirouettement que *B,* se réfléchiroient en β, & ainsi de suite, *C* en γ, *D* en δ, *E* en ε.

2.° Que si la masse du plan mobile, ou, ce qui revient au même, la consistance du nouveau milieu est telle, que la

Réfraction doive s'ensuivre, la Réfraction se fera différemment, selon le degré & le sens de la rotation de chacune des Spheres *A, B, C,* &c. à l'instant de leur rencontre avec *PL:* de maniére que toutes celles qui auront la rotation de *A,* se réfracteront, par exemple, en *a;* celles qui auront la rotation de *B,* se réfracteront en *b,* & ainsi des autres, de *C* en *c,* de *D* en *d,* & de *E* en *e;* leurs chemins deviendront divergents, ou convergents entr'eux, en *HG,* & leur angle de Réfraction ne sera plus le même, quoique leurs angles d'incidence soient égaux. Car, comme il a été expliqué dans plusieurs Articles (*XXXIX, XLIV,* &c.) tout ce qui convient à la Réflexion, convient à la Réfraction, qui n'en est qu'une espece, & le plan mobile ou pénétrable doit produire les mêmes effets par rapport à la Réflexion, ou à la Réfraction, que la surface des fluides ou des nouveaux milieux, *Art. XLVII,* &c. Or il a été démontré que la rotation de la Sphere, au moment de sa rencontre avec le plan, devoit changer sa Réflexion, *Art. XXI.* Donc, &c.

3.° Selon l'hypothese des rotations dans le même plan, ou dans des plans paralleles, la Réflexion, ou la Réfraction des Spheres, *A, B, C, D, E,* &c. étant reçuë sur un plan perpendiculaire à *NLMP,* & à la ligne de Réflexion & de Réfraction des Spheres intermédiaires γ, ou ϵ, s'étendra sur un parallelogramme $\alpha\beta\gamma\delta\epsilon\theta$, ou *abcdet,* dont la longueur exprimera leur divergence, ou les sinus de leur différente réfrangibilité, en vertu de leurs différentes rotations, & la largeur $\gamma\,\theta$, *ct,* la distance des plans dans lesquels se meuvent les Spheres, ou la largeur du trou par où elles passent.

LXXVII. *Corol. 33.* Tout ceci, comme on voit, s'applique à la Lumiére, en imaginant que *A, B, C, D, E,* &c. en soient des globules, *AEGHA* un rayon sensible, & que *LMP* soit un nouveau milieu, tel que l'air ou l'eau, sur la surface duquel ce rayon tombe obliquement, en venant du verre, ou d'un milieu moins résistant quelconque *NLP.* Et il suit des suppositions de l'article précédent,

1.° Que si c'est un rayon Solaire, tel que celui qu'on

introduit dans une chambre obſcure, pour faire les expériences de M. *Newton*, il produira, tant en ſe réfléchiſſant, qu'en ſe rompant, une image oblongue du Soleil, $\alpha\beta\gamma\delta\epsilon\theta$, *a b c d e t*.

2.° Que ſi les couleurs dépendoient des différents degrés du mouvement circulaire que les globules de lumiére pourroient avoir ſur leur centre, ou des ébranlements différents que ce mouvement ſeroit capable d'exciter dans l'organe de la vuë, l'image oblongue $\alpha\beta\gamma\delta\epsilon\theta$, *abcdet*, ſeroit coupée tranſverſalemeut de diverſes couleurs, & repréſenteroit parfaitement la bande de couleur, ou le *Spectre*, que l'on a par le moyen du Priſme.

3.° Que ſi l'on imagine le nouveau milieu comme renfermé entre deux plans paralleles, *PL*, *p l*, & ſemblable à une lame d'air, ou de verre, les parties du rayon *AEGH*, qui étoient devenues divergentes dans cette lame *HGhg*, de paralleles qu'elles étoient auparavant, deviendront encore plus divergentes à leur ſortie, en repaſſant dans un milieu de même nature que *NLP*, ou conſerveront tout au moins la même divergence qu'elles avoient dans *HGhg*. Car ſi la même diverſité de rotations ſubſiſte entre les globules *A*, *B*, *C*, *D*, &c. qui les compoſent, elle doit encore avoir ſon effet à la rencontre du nouveau plan *hg* ou de la ſurface d'un nouveau milieu, de quelque nature qu'il ſoit, & ſi cette diverſité de rotations ne ſubſiſte plus, ou ſi la rotation eſt éteinte dans tous les globules *A*, *B*, *C*, *D*, &c, ils ſe trouveront encore dans le cas de ceux qui tomberoient ſur la ſurface d'un nouveau milieu par différents angles d'incidence. Donc leurs Réfractions ſeront encore différentes.

4.° La même choſe devra auſſi arriver quand même le rayon du Soleil, ou les globules *A*, *B*, *C*, *D*, &c. tomberoient perpendiculairement ſur *PLlp*, puiſque la différente rotation qui cauſe leur divergence, n'a pas moins lieu dans la rencontre perpendiculaire du plan, que dans l'oblique; la puiſſance horiſontale z, qui ſans la rotation eût été $= 0$, devenant par-là $= z + r = 0 + r = r$.

5.° Si

5.° Si l'on reçoit un ſemblable rayon *RI*, (Fig. 20.) ſur un Priſme *FGH*, dont l'axe ſoit perpendiculaire aux plans paralleles de la rotation des globules, on pourra avoir la bande colorée *PT*, poſée perpendiculairement à l'axe du Priſme, comme la donne l'expérience ordinaire. Mais ſi l'on tourne le Priſme en ſens contraire, *fgh*, de maniére que ſon axe ſoit dans un des plans de la rotation des globules, le rayon *ri* devra produire l'image oblongue colorée, *pt*, poſée parallelement à l'axe. Car la divergence des globules lumineux à la ſortie du Priſme ou après leur Réfraction, ne venant que des différentes rotations qu'ils ont ſur leur centre dans des plans paralleles, l'image oblongue & colorée qui en réſulteroit ne ſçauroit jamais être poſée que parallelement à ces plans ſelon ſa longueur, & par conſéquent parallele à l'axe du Priſme. Fig. 20. Fig. 21.

LXXVIII. Mais ces effets ſont évidemment contraires aux Phénomenes les plus connus de la lumiére. Car 1.° Il n'y a que la Réfraction, qui produiſe l'image oblongue colorée du Soleil, & la Réflexion proprement dite doit toûjours redonner les rayons paralleles, ou ſous le même angle que l'incidence; *Corol. 14, Art. XXVIII.* Et non comme ci-deſſus *Art. LXXVII. nn. 1.° 2.°*

2°. Tout rayon *AEGH*, qui retourne dans le milieu d'où il étoit parti, après avoir paſſé dans un milieu différent, *PLlp* *(Sup. n. 3.° Art. LXXVII.)* compris entre deux plans paralleles *PL, pl*, redevient parallele dans toutes ſes parties, qui font de nouveau avec la lame *LlPp*, le même angle que dans leur incidence; & il n'en réſulte qu'une image ronde uniformement lumineuſe, & non une image oblongue & colorée, telle que *aet*. Fig. 19.

3.° L'incidence perpendiculaire de la lumiére ſur la ſurface d'un nouveau milieu qu'elle pénétre, n'y change jamais ſa direction, & ne ſçauroit par conſéquent produire le détour ou les différents détours dus à ſa réfrangibilité en général, ou à la différente réfrangibilité de ſes parties; comme on a vu *Sup. n. 4.°* qu'il arriveroit, &c.

4.° Enfin l'image oblongue & colorée du Soleil, que l'on a par le moyen du Prisme, est toûjours posée par sa longueur perpendiculairement à l'axe du Prisme, comme en *PT*, (Fig. 20.) ou en *πθ*, (Fig. 21.) & non parallelement à cet axe, comme en *pt*, *Sup. n. 5.*

LXXIX. *Corol. 34.* Donc *il est impossible que les différents degrés de réfrangibilité que l'on remarque dans la lumiére, & les différentes couleurs qui les accompagnent, viennent des différents degrés de tournoyement des globules lumineux sur leur centre dans un même plan, ou dans des plans paralleles.*

LXXX. Si au lieu de supposer que les globules de la lumiére ne tournent sur leurs centres que dans des plans paralleles, on imagine qu'ils tournent sur leurs centres avec différents degrés de vîtesse, & dans tous les plans ou tous les sens possibles; il est évident par tout ce qui a été dit ci-dessus, & dans la premiére Partie de ces Recherches, qu'un rayon sensible *RI*, tombant selon une direction quelconque, oblique, ou perpendiculaire sur la surface *PL*, du verre, ou de l'eau, *OLP*, y deviendra divergent en tous sens, soit dans sa partie rompuë *Iab*, soit dans sa partie réfléchie, *Iαβ*; & qu'il formera dans chacun des deux milieux, & de part & d'autre du plan *PL*, un cone dont la pointe sera vers *I*: lequel cone étant coupé perpendiculairement à son axe par un plan, aura pour base un cercle lumineux, *abcd*, *αβγδ*, & coloré par couronnes concentriques, dont l'extérieure sera d'autant plus grande, que la rotation des globules qui la constituent sera plus prompte, du centre vers la circonférence, supposé que les couleurs de la lumiére dépendent des différents degrés de rotation des globules en tous sens.

Fig. 22.

LXXXI. *Corol. 35.* Mais nous ne voyons rien de pareil à ces couronnes dans l'expérience dont il s'agit: l'image colorée rompuë est toûjours oblongue dans le plan d'inflexion, & l'image réfléchie toûjours ronde, sans couleur, & ne résultant, quant à sa grandeur, d'aucune autre divergence que de celle qu'exige l'angle sous lequel est vu le Soleil, & le croisement des rayons qui partent des extrémités de son

disque, plus le diametre du trou par où ils passent. Donc *il est impossible que les différents degrés de réfrangibilité de la lumiére, & les différentes couleurs qui les accompagnent, viennent des différents degrés de rotation que ses globules pourroient avoir en tous sens.*

LXXXII. *Corol. 36.* L'incompatibilité des Phénomenes connus de la lumiére avec le mouvement de rotation de ses globules dans des plans paralleles, ou dans une infinité de plans qui se couperoient sous tous les angles possibles, emporte nécessairement l'exclusion de ce mouvement en deux sens dont les directions se croiseroient, en trois, ou en quatre, ou en un nombre déterminé quelconque, & selon quelque inclinaison que ce pût être; & il est clair, qu'il n'en résulteroit dans la Réfraction, & la Réflexion d'un rayon de lumiére que le croisement de deux bandes colorées, de trois, &c. comme on voit dans la Figure 23. Et par conséquent *il est absolument impossible que la différente réfrangibilité des parties d'un rayon de lumiére, & ses couleurs soient produites par aucune espece de rotation propre de ses globules.* Fig. 23. n. 1. 2.

LXXXIII. Nous venons de voir les Phénomenes qui s'ensuivroient dans la Réflexion, & dans la Réfraction, si les globules de la lumiére avoient un mouvement propre de rotation en partant du corps lumineux, & indépendemment de ce qu'ils en pourroient acquérir à la rencontre du plan réfléchissant ou réfringent. Mais quels seroient ces phénomenes, si les globules de la lumiére n'aqueroient en effet le tournoyement sur leur centre, qu'à la rencontre des surfaces des nouveaux milieux où ils ont à passer, étant, pour ainsi dire, indifférents avant cela à toute autre espece de mouvement que le rectiligne, & à la production occasionnelle des couleurs qui pourroient naître de leurs rotations, ou du changement que ces rotations apporteroient à leur mouvement rectiligne? Ne sauveroit-on point par-là en tout, ou en partie les inconvénients qui résultent de la rotation propre des globules?

Je réponds qu'on en sauveroit peu, & que l'on tomberoit

dans d'autres qui ne sont pas moins considérables.

1.° L'on admet par là une supposition physiquement impossible, ou qui répugne à l'état actuel de la Nature. Car les rayons Solaires sur lesquels nous faisons nos expériences, ne parviennent jusqu'à nous qu'après avoir passé de l'Ether par une infinité de milieux différemment réfringents jusqu'à l'air grossier, ou à la couche inférieure de la matiére réfractive mêlée avec l'air grossier que nous respirons. Les globules qui les composent, auront donc acquis divers degrés de rotation sur leurs centres, en passant par ces nouveaux milieux, & avant que de tomber sur le milieu ou la matiére du Prisme, & leur rotation accidentelle ou acquise par cette voye, les fera retomber dans la plûpart des inconvénients de celle que nous avons examinée ci-dessus.

2.° Faisant cependant abstraction de ces milieux, il est clair que la partie réfléchie d'un rayon de lumiére devroit donner un Spectre semblable à peu-près à celui que donne sa partie rompuë. Car si les globules *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, &c. étoient capables de produire dans le nouveau milieu *LPM*, le Spectre *a e t*, par leur chûte oblique sur sa surface *LP*, & par la diversité des rotations qu'ils acquerroient à sa rencontre en *GH*, pourquoi la partie réfléchie de ces globules, qui y tombe de la même maniére, & qui doit y acquérir les mêmes rotations, ne produiroit-elle point le Spectre $\alpha\,\varepsilon\,\theta$, dans le milieu *LPN*! C'est le cas des globules qui tournoient auparavant dans le plan d'incidence & de réflexion (*Sup. LXXVI.*) à cela près que ceux dont nous parlons présentement, ne peuvent tourner qu'en avant par leur partie supérieure, ou de *G* vers *H*, à cause du frottement qui se fait à la partie opposée ou inférieure, en rencontrant *GH*.

Fig. 24.

3.° La rotation accidentelle par la rencontre du plan, ne pouvant avoir lieu dans la rencontre perpendiculaire, les phénomenes demeureroient les mêmes dans ce cas, que ceux que donne l'expérience; il n'y auroit aucune divergence des parties hétérogenes de la Lumiére, ni par la réflexion, ni par la réfraction. Il suit encore de cette rotation déterminée d'un

ſeul côté par la rencontre oblique, & dans le plan d'incidence & de réflexion, que l'on auroit toûjours le Spectre *PT* (Fig. 20.) ou $\pi\vartheta$ (Fig. 21.) perpendiculaire à l'axe du Priſme, la divergence des rayons colorés ne pouvant ſe faire qu'en ce ſens, & que l'on éviteroit l'objection *Sup. Article LXXVII. n. 5.°* ſuppoſé qu'en effet les globules de la lumiére euſſent acquis entre eux le différent degré de rotation, & par cette rotation la différente vîteſſe tranſlative qui conviendroit à la divergence des couleurs.

4.° Mais d'où viendroit ici la diverſité de Rotations, & des vîteſſes tranſlatives qui pourroient s'en enſuivre entre des globules qui rencontrent un plan réfléchiſſant & rompant, ſelon la même direction, & dans les mêmes circonſtances? Dira-t-on que la direction de leurs incidences n'eſt pas préciſément la même, à cauſe des différentes parties du diſque Solaire d'où ils partent? Mais outre que l'expérience du Priſme n'en réuſſit que mieux, lorſqu'on ne prend que les rayons qui partent du centre de ce diſque, on ſçait que ſes différentes parties les plus éloignées entr'elles, ne produiſent que la largeur de l'image ou du Spectre, & nullement ſa longueur, qui eſt environ cinq fois auſſi grande. Suppoſera-t-on vaguement que les inégalités phyſiques du plan produiſent la diverſité de rotations néceſſaire à la divergence des rayons colorés? ou introduira-t-on ici encore cette circonſtance, que le frottement réciproque des globules qui viennent à ſe rencontrer & à ſe toucher ſur le point réfléchiſſant ou rompant du plan, les y fait pirouetter diverſement, & leur fait perdre par-là plus ou moins de leur vîteſſe rectiligne, ou acquérir *plus ou moins de diſpoſition à tourner en rond, qu'à avancer en ligne droite!* Mais qui ne voit que ce feroit faire dépendre un des phénomenes de la Lumiére des plus réguliers & des plus conſtants, d'une cauſe fortuite, & variable à l'infini? Sans compter que cette caſualité d'inégalités phyſiques dans le plan, ou de rencontres & de frottements entre les globules, devroit produire des pirouettements en tous ſens, & feroit retomber l'expérience dans le

cas des globules qui auroient eu primitivement toutes les rotations possibles, & dont les effets ont été examinés ci-dessus, *Art. LXXVII. nn. 3.° 4.° 5.°*

Il est clair au reste que la rotation dont nous venons de parler dans cet article, & qu'on suppose assés grande après l'instant du choc, pour donner à la lumiére des réfrangibilités sensiblement différentes de la totale, est tout autre chose que celle dont il a été fait mention dans la premiére Partie, *Art. XVII*, &c. qui ne subsiste que pendant la compression & la restitution du ressort, & qui est insuffisante pour la production des effets dont il s'agit.

LXXXIV. *Corol. 37.* N'y ayant donc aucun principe constant, & déterminé de diversité dans les vitesses de tournoyement des globules sur leur centre, pour toutes ces hypotheses, il n'y aura aucune cause de la divergence réguliére, constante, & déterminée des parties du rayon rompu ; & je conclurai encore plus généralement que je n'ai fait jusqu'ici, qu'*il n'y a aucune sorte de rotation, propre, ou accidentelle, des globules de la lumiére, qui puisse produire la divergence constante des rayons colorés, que les expériences du Prisme nous donnent.*

LXXXV. *Rem. 16.* J'avois touché ou indiqué une partie de ce que je viens de dire sur la rotation des globules, dans le premier Mémoire, *Art. XXVIII*, &c. Les personnes exercées sur ces matiéres auroient sans doute apperçu tout cela d'un coup d'œil ; mais j'ai cru devoir l'approfondir un peu plus en faveur de ceux qui ne sont pas si parfaitement au fait des difficultés dont cette question est susceptible ; comme aussi, parce que rien ne m'a paru plus capable de mettre le Systeme de M. *Newton* sur les Couleurs dans son jour, & de montrer combien celui de *Descartes* sur la même matiére, est devenu insoûtenable, quelque louange que mérite d'ailleurs ce grand homme, même à cet égard, pour avoir poussé les choses jusqu'où il a fait, & pour nous avoir mis par-là, & par l'évidence de ses principes, en état de le rectifier.

Toutes les causes énoncées dans le dénombrement ci-dessus (*Art. LXX.*) de la différente réfrangibilité des parties d'un

rayon de lumiére, étant donc exclus, excepté la différente vîtesse, il faut nécessairement s'arrêter à celle-ci, comme à la cause immédiate de cet effet.

Des différentes vîtesses des Globules de la Lumière.

LXXXVI. Le phénomene de la Réfraction, selon l'idée que nous en avons donnée, comprend deux effets principaux ; le changement de vîtesse du corps réfracté, après sa rencontre avec le plan mobile ou le nouveau milieu, & le changement de direction. Le premier effet a toûjours lieu, même dans le cas de la perpendicularité d'incidence ; le second n'arrive que dans la rencontre oblique du plan ou de la surface du nouveau milieu. C'est celui cependant qui caractérise seul la Réfraction, selon le langage ordinaire, & qui a fait naître l'axiome, qu'*il n'y a point de Réfraction, lorsque l'incidence du rayon est perpendiculaire à la surface du milieu réfringent.* Mais sans examiner ici, si le nom, restraint à ce sens, a influé sur la notion de la chose, & n'a pas un peu contribué à en faire méconnoître la véritable origine, il est clair, par tout ce que nous avons établi de plus fondamental sur cette matiére, que le changement de direction de la Sphere dans la réfraction, ne vient que du changement qui arrive à sa vîtesse, par le plus ou le moins de résistance qu'elle trouve sur son chemin à la rencontre du plan, & par conséquent que la seconde partie du phénomene, l'inflexion des rayons, ou la Réfraction proprement dite, dépend du changement de vîtesse, comme l'effet dépend de sa cause. Voyons présentement comment cette cause de la Réfraction en général peut entrer dans ses modifications particuliéres, & produire différents degrés de réfrangibilité dans les parties d'un rayon de lumiére.

LXXXVII. Un plan mobile, une toile bien tenduë, ou une lame pénétrable doivent produire les mêmes effets à l'égard de la Réfraction, qu'un nouveau milieu, qu'un fluide de différente résistance, *(Art. XLVII);* parce qu'il n'est question ici, que du nouveau chemin que prend le corps

réfracté, à la rencontre de la ſurface réfringente, ou de la premiére pellicule du nouveau milieu pendant qu'il la pénétre, & qu'après qu'il l'a pénétrée entiérement ſa direction ne ſçauroit plus changer *(Art. XLVI.)*

Fig. 25. Imaginons donc une toile bien tenduë, un plan, ou une lame pénétrable quelconque *TL*, contre laquelle pluſieurs balles ou petites Spheres, *A, B, C, D, E,* &c. que nous ſupposons pour plus de ſimplicité parfaitement homogénes, & de même groſſeur, viennent frapper obliquement, ſelon la même direction, ou par des incidences paralleles, ſans aucune rotation, mais avec des vîteſſes différentes, & telles, par exemple, que celle de la premiére, *A*, étant la plus petite, la vîteſſe de *B* la ſurpaſſe d'une quantité finie quelconque, & ainſi de ſuite. Il eſt évident que ſi la Sphere *A*, a aſſés de vîteſſe, & par-là aſſés de force, pour percer ou mouvoir le plan *TL*, elle s'écartera plus de ſa premiére direction en le perçant, que ne fera la Sphere *B*, qui a plus de vîteſſe qu'elle, mais moins que *C*, qui s'écartera encore moins, &c. De maniére que la Sphere *A*, prenant ſon chemin, par exemple, en *Ha*, après avoir rencontré le plan en *H*, & faiſant avec lui l'angle $THa < AHL$, la Sphere *B* prendra le ſien en *hb*, après avoir rencontré le plan en *h*, & fera avec lui l'angle $Thb > THa < BhL = AHL$. Et ainſi des ſuivantes, *C, D, E,* &c. & toutes leurs directions après la rencontre du plan, ſeront divergentes entr'elles, & s'écarteront d'autant plus de la premiére, *Ha*, que leurs vîteſſes avant le choc auront été plus grandes. Car une vîteſſe infiniment petite, ou infiniment grande, produiroit également zero de réfraction ou d'écart, quoiqu'en ſens contraire, puiſque dans le premier cas la Sphere n'auroit pas la force de percer la lame *TL*, & que dans le ſecond, la réſiſtance de cette lame étant infiniment petite, eu égard à une force infiniment grande, la Sphere, *E*, par exemple, ſuivroit ſa premiére direction, *FI*, vers *IK*, comme ſi elle n'avoit rencontré aucun obſtacle dans ſon chemin. Il faut donc que les cas moyens produiſent la Réfraction plus ou moins grande, ſelon qu'ils approchent davantage

davantage des deux extrêmes; & cela depuis la vîtesse finie requise, pour donner à la balle la force de percer le plan, jusqu'à la vîtesse infinie exclusivement. Ce que l'on auroit pu prouver aussi par les *Artt. XIII, XV, XLIV, LV,* &c.

LXXXVIII. Quant aux balles dont les vîtesses sont au-dessous du degré nécessaire pour percer le plan, jusqu'à zero de vîtesse exclusivement, elles seront réfléchies, & le seront uniformement, c'est-à-dire, que leurs incidences étant paralleles avant le choc, leurs réflexions le seront après le choc, & que si leur ressort est parfait, leur angle de réflexion sera égal à leur angle d'incidence, malgré l'inégalité de leurs vîtesses. Car la réflexion parfaite qui suit le choc, dépend de la restitution parfaite des parties déplacées du mobile élastique (ou, ce qui revient au même, du plan, *Artt. IV, XXXVIII, fin)* par la compression, & du rapport d'égalité de cette compression à la restitution, quelle que soit la vîtesse ou la force qui les produit; ainsi qu'il a été démontré dans les *Artt. VII, XIII, XLIV,* &c. De sorte que les balles *A, E,* par exemple, dont les lignes d'incidence, *AH, EG,* sont paralleles, seront réfléchies par des lignes, *HS, Gs,* toûjours paralleles, quoique les vîtesses avec lesquelles elles sont venu frapper le plan, en *H,* & en *G,* soient différentes.

LXXXIX. *Corol. 38.* Soient maintenant *A, B, C, D, E,* &c. autant de globules de Lumiére dont les files *AH, Bh,* &c. forment le rayon sensible *AHGE,* qui tombe obliquement du milieu *NTL,* sur le milieu *RTL,* c'est-à-dire, d'un milieu sensiblement plus dense, *N,* sur un milieu sensiblement moins dense, *R,* ou, pour ôter toute équivoque, d'un milieu qui lui résiste moins, sur un qui lui résiste davantage *(LXI, LXII.)* du verre dans l'air, par exemple, & que le plan *TL* n'est que leur surface commune.

Il est évident que le rayon composé, *AHGE,* en se rompant sur *TL,* en *HG,* deviendra divergent, tel, par exemple, que *GHaeG,* & d'autant plus divergent que les vîtesses des globules qui le composent seront plus différentes entre elles. De maniére que les parties du rayon, ou ces globules auront

différents degrés de réfrangibilité, en raiſon inverſe de leurs vîteſſes, & qu'il en réſultera une image oblongue du Soleil, *a e t*, toûjours poſée dans le plan de la réfraction, *NTRL* ſelon ſa longueur. Car les vîteſſes après le choc ayant un rapport conſtant avec les vîteſſes avant le choc, & le même que celui qui eſt entre les compléments des ſinus d'incidence & de réfraction *(X, LIII.)* il eſt impoſſible que ce rapport ſoit jamais détruit par le changement, ou par un nombre quelconque de changements du milieu que le rayon a à traverſer, ſoit que les globules de lumiére y perdent ou y acquiérent un nouveau degré de vîteſſe : *Les parties de même vîteſſe ou de lumiére* homogene *ſe rompront donc toûjours également, ou ſelon le même rapport, eu égard à leur incidence, & les globules de différente vîteſſe, ou les parties* hétérogenes *ſe rompront toûjours inégalement & ſous différents angles par rapport à une même incidence.*

Des vîteſſes de la Lumière, conjointement avec ſes Couleurs.

XC. Si les ſenſations que nous avons des différentes couleurs, ſont cauſées par les différents chocs, les différentes vibrations, les différentes vîteſſes, ou par quelque circonſtance que ce ſoit, qui tient aux différentes vîteſſes des globules de la Lumiére, ſur les fibres de l'organe immédiat de la vuë, comme les ſenſations des différents Tons ſont cauſées par le plus ou le moins de promptitude des vibrations de l'air excitées par les frémiſſements du corps ſonore, & communiquées à l'organe immédiat de l'ouïe, les différents degrés de réfrangibilité des parties d'un rayon de lumiére ſeront inſéparables de ſes différentes couleurs, l'image oblongue du Soleil, *a e t*, nous paroîtra différemment colorée, & tout rayon ſenſible du Soleil, & de la Lumiére en général, pourra être dit, en ce ſens, composé de parties de différente couleur. Or il n'y a pas lieu de douter, que les ſenſations que nous déſignons par le nom de *couleurs*, & que, par préjugé ou illuſion de l'enfance, nous rapportons aux objets qui les font

naître, ne résultent des différents chocs de la lumiére sur l'organe de la vuë; & nous venons de démontrer dans les articles précédents, que la différence de ces chocs, en tant qu'elle nous est manifestée par les différents degrés de réfrangibilité, ne peut avoir de cause immédiate que les différentes vîtesses.

XCI. *Corol. 39.* Donc *les différentes vîtesses, les différents degrés de réfrangibilité, & les différentes couleurs de la lumiére, ne sont en elle, & hors de nous, qu'une seule & même propriété, ou n'expriment que la gradation des effets dûs à une même cause.*

XCII. *Corol. 40.* Donc *(Art. LXXXIX.) les couleurs de la lumiére, en elles-mêmes, & physiquement parlant, seront indestructibles, ses parties rouges seront toûjours rouges, & ses parties bleuës toûjours bleuës, malgré toutes les réfractions qu'on pourra leur faire souffrir, après qu'elles auront été une fois séparées du rayon de lumiére composé d'elles & de toutes les autres;* ainsi que M. *Newton* l'a prouvé par mille expériences.

XCIII. *Corol. 41.* Enfin *il faudra appliquer aux parties composantes, & différemment réfrangibles ou colorées d'un rayon de lumiére, tout ce qui a été démontré dans les articles de la Réfraction en général, à l'égard d'un rayon entier ou composé, qui viendroit rencontrer sous le même angle d'incidence différents milieux dont les réfringences seroient entr'elles comme les réfrangibilités de ces parties.*

XCIV. *Corol. 42.* Il suit du Corollaire précédent, & des Articles LV, LVIII, LXXXVIII; que si le rayon ou trait de lumiére *AGE*, vient rencontrer un nouveau milieu plus résistant *TLR*, sous un angle *EGL*, tel que le mouvement perpendiculaire *x*, ne surpasse la quantité de résistance du nouveau milieu sur le premier, qu'autant que la force des globules rouges *E*, par exemple, surpasse la force des globules jaunes *D*, il n'y aura que la lumiére rouge *E*, & ses nuances, qui soient rompuës à la rencontre du nouveau milieu, & toutes les autres especes de lumiére ou de couleurs, & leurs nuances, *D, C, B, A*, plus réfrangibles que *E*, seront réfléchies en Σ, selon la loi ordinaire de la Réflexion, Fig. 26.

demeurant mêlées enſemble, comme dans le rayon incident; excepté la partie rouge rompuë en *e*, qui y manque. Et ſi l'on diminuë encore l'obliquité *EGL*, du rayon incident, de maniére que la puiſſance *x*, rapportée aux globules jaunes *D*, excede la réſiſtance du nouveau milieu, les parties jaunes du rayon composé, & à plus forte raiſon les rouges, & les nuances des unes & des autres, ſeront tranſmiſes dans le nouveau milieu, & rompuës en *e*, *d*, immédiatement au deſſous de la ſurface *TL*, & toutes les autres réfléchies en Σ; & ainſi de ſuite, juſqu'à la réfraction des rayons de toute eſpece, quand l'angle d'incidence ſera devenu aſſés grand pour que la puiſſance *x*, en tant qu'elle réſulte de la décompoſition de la totale *y*, rapportée à la force des globules ou rayons violets *A*, les plus foibles & les plus réfrangibles de tous, l'emporte ſur la réſiſtance que le milieu fait à leur paſſage. Et au contraire, ſi, en cet état, on vient à diminuer l'angle d'incidence par les mêmes degrés, les couleurs diſparoîtront de ſuite l'une après l'autre, en ordre renverſé, de deſſous la ſurface *TL*. De ſorte que pour les faire diſparoître toutes ſubitement, il auroit fallu diminuer tout d'un coup cet angle de la quantité correſpondante à la ſomme des différences de réfrangibilité entre toutes les couleurs de la lumiére : ainſi qu'il arrive dans une expérience curieuſe qu'on fait avec le Priſme, adapté ſur le prétendu Vuide de la Machine Pneumatique.

XCV. *Rem. 17.* Dans le cas de la tranſmiſſion des ſeules parties rouges du trait de lumiére, ou des ſeules parties rouges & jaunes, par exemple, toutes les autres étant réfléchies, il ne faut pas imaginer qu'aucune des parties rouges & jaunes ne ſera réfléchie : cela veut dire ſeulement qu'il n'y aura que des parties rouges & jaunes qui ſoient rompuës, tandis que les vertes, les bleuës, & les parties couleur de pourpre ou violet ſeront totalement réfléchies. Car la lumiére, ſoit compoſée, ſoit décompoſée, ne ſe rompt jamais ſans qu'une de ſes portions ne ſe réfléchiſſe. Sa tranſmiſſion, dans un nouveau milieu quelconque, n'eſt jamais aſſés parfaite pour cela.

Au lieu qu'elle peut se réfléchir totalement, sans qu'aucune de ses parties se rompe. Ainsi une portion des rayons rouges & jaunes *E, D,* rompus en *e, d,* sera aussi réfléchie en Σ, selon la loi ordinaire de la Réflexion, avec les rayons *C, B, A,* dont aucune portion n'a été rompuë. De-là vient que l'image qui se peint en Σ, où nous la supposons reçuë sur un papier blanc perpendiculaire aux rayons réfléchis, y conserve beaucoup de la couleur blancheâtre de la lumiére, à cause du mêlange des rayons de toute espece qui s'y trouve encore, quoique avec une moindre quantité de rouges & de jaunes, que lorsqu'il n'y a point de réfraction. Au lieu que dans l'expérience, où l'on intercepte les rayons rouges, par exemple, après que les rayons de toute espece ont été séparés par le Prisme, & réunis ensuite par le moyen d'une Lentille, l'image du Soleil au foyer de cette Lentille paroît tout-à-fait bleuâtre ; ou, au contraire, si ce sont les rayons bleus & violets qui soient interceptés, cette image devient tout-à-fait rougeâtre : parce que dans le premier cas, ce sont les rayons bleus qui y dominent, les rouges manquant totalement, & que c'est tout le contraire dans le second.

Je ne parle ici cependant que de la Réflexion réguliére qui se fait sur la surface du nouveau milieu, par un angle égal à l'angle d'incidence. Car on ne peut douter qu'il ne s'y joigne une infinité de réflexions irréguliéres, ou de dissipations de rayons de toute espece, çà & là, & sur cette surface à cause de ses irrégularités, & dans l'intérieur du milieu, pendant le cours uniforme du rayon sensible qui le traverse, par la rencontre d'une infinité de parties semblables à celles qui l'ont réfléchie à la surface. Et d'où viendroit sans cela qu'un objet éclairé ou lumineux étant regardé à travers un corps diaphane, paroît d'autant plus diminuer de lumiére que ce corps est plus épais, & cesse enfin tout-à-fait d'être visible, si l'épaisseur augmente jusqu'à un certain point? Une eau très-profonde en fournit l'exemple. Dans l'expérience ordinaire du Prisme, quelque petit que soit le rayon introduit dans la chambre obscure, on voit toûjours tous les environs

plus ou moins éclairés, & toute la ſubſtance du verre reſplendiſſante.

Je ne doute pas auſſi qu'à la rigueur, il n'y ait toûjours quelques rayons de lumiére tranſmis irréguliérement ça & là, par voye de réfraction, dans le cas de la réflexion la plus complette, & lorſque la lumiére vient frapper un nouveau milieu plus réſiſtant ſous un angle d'incidence trop petit, pour y produire la réfraction réguliére & proprement dite. Car il n'y a nulle apparence que la ſurface ſenſible, ou inſenſible de ce milieu ſoit aſſés parfaitement plane dans toutes ſes parties, pour n'en préſenter aucune, qui faſſe avec le rayon incident un plus grand angle que la ſurface totale, & tel qu'il le faut, ou au de-là, pour favoriſer la tranſmiſſion de la lumiére par ce point. Mais la vérification du fait eſt difficile, à cauſe de la lumiére réfléchie de toutes parts, qui ſe complique avec celle-ci en plus grande quantité, qui éclaire toûjours plus ou moins le nouveau milieu, & qui nous empêche de diſtinguer l'une de l'autre.

XCVI. *Rem. 18.* Tout ce que nous ſçavons aujourd'hui de plus exact ſur les couleurs de la Lumiére, eſt fondé ſur des expériences, où il y a toûjours tout au moins deux réfractions, ſçavoir, immerſion du rayon de lumiére de l'air dans un ou pluſieurs milieux d'une denſité, ou d'une réfringence différente de celle de l'air, & émerſion de ces milieux dans l'air : par exemple, de l'air dans un Priſme de verre, & de ce Priſme dans l'air. Cependant pour plus de ſimplicité dans ce que j'avois à dire, je n'ai guére conſidéré juſqu'ici, & dans les Figures que j'y ai employées, que le paſſage d'un milieu dans l'autre, ou une ſeule réfraction : & j'ai préféré l'exemple de l'immerſion d'un milieu plus denſe ou moins réſiſtant, du verre, par exemple, dans un milieu moins denſe ou plus réſiſtant à la Lumiére, & tel que l'air ; parce qu'il réveille mieux l'idée du Méchaniſme que je ne veux point perdre de vuë ſur cette matiére. Car l'expérience des corps qui ſe détournent de la perpendiculaire, étant pouſſés obliquement de l'air dans l'eau, qui leur réſiſte davantage, & où ils ſe

réfléchissent quelquefois par ricochets, est sensible.

Mais si au lieu de supposer l'œil dans l'air, on le suppose dans l'eau, ou dans un autre milieu quelconque différent de l'air, quelle sera l'espece, ou la nuance des couleurs que nous appercevions auparavant sur les objets? L'expérience d'un Prisme d'air faite dans l'eau, ne nous donneroit-elle pas aussi un Spectre d'une nature, & d'un ordre tout différents de la suite de couleurs que nous donne l'expérience du Prisme d'eau ou de verre faite dans l'air? Car par tout ce qu'on a vu ci-dessus, les différentes réfrangibilités de la lumiére, ou, ce qui est ici la même chose, ses différentes couleurs ne sont dûës immédiatement qu'à ses différentes vîtesses. Ce sont ces différentes vîtesses qui constituent l'ébranlement de l'organe, & le sentiment distinctif que nous en avons par les couleurs. Nous devrions donc voir dans l'eau, & au travers de l'eau, lorsque l'œil y est plongé, les objets connus, tout autrement colorés qu'ils n'ont coûtume de nous paroître dans l'air.

J'ignorois qu'il y eût eu jusqu'ici d'expérience bien exacte & bien concluante sur ce sujet. Mais M. *Cramer*, Professeur de Mathématique & de Philosophie à Geneve, avec qui je suis en commerce de Lettres, & l'on va voir de quelle utilité est le commerce d'un homme de son caractere & de son sçavoir; M. *Cramer*, dis-je, s'étant fait la même difficulté, en lisant ce que j'avois déja écrit sur les vîtesses de la Lumiére, dans les Mémoires de 1737, m'a fourni, & une expérience exacte, & en même temps la solution de toutes les difficultés qu'elle pouvoit faire naître. Il a pris une caraffe bien remplie d'eau, & appliquant un de ses yeux à l'ouverture, immédiatement contre l'eau, pendant que l'autre œil étoit dans l'air, il a observé à diverses reprises, la couleur des objets qu'il regardoit ainsi avec les deux yeux, & il n'y a point trouvé de différence sensible. J'ai répété la même expérience, & avec le même succès. Ce qui étant joint au témoignage constant des Plongeurs, ne laisse plus aucun doute sur le fait dont il s'agit.

Que devient donc l'analogie des couleurs avec les vîtesses de la lumiére? La réponse est courte, mais tranchante. C'est que nous ne recevons jamais les impressions de la lumiére & de ses couleurs, qu'à travers un seul & même milieu inséparablement

attaché à l'organe immédiat de la vision. Car ce n'est point la Cornée, ni l'Humeur aqueuse, cristalline, ou vitrée, qui constituë cet organe, mais la Rétine, ou, ce qui reviendroit au même, la Choroïde, & sur-tout la partie de l'une de ces membranes, placée au de-là, vers le fond de l'œil, qui en est le siége. *Or la Rétine n'est ni dans l'air ni dans l'eau, mais appliquée immédiatement contre l'Humeur vitrée. Nous recevons donc l'impression des rayons à leur sortie de cette Humeur dans laquelle chaque rayon a sa vîtesse propre convenable à sa couleur. Donc un rayon de lumière partant du Soleil avec une vîtesse donnée, aura dans l'Humeur vitrée une vîtesse donnée, quelques milieux qu'il ait traversés auparavant. Et voilà pourquoi la couleur de chaque rayon est immuable, quoiqu'elle dépende de sa vîtesse, qui est une modification changeante; parce que les changements qu'on lui peut faire subir par la Réfraction, se rectifient nécessairement à son passage par les humeurs de l'œil,* où les vîtesses des mêmes rayons sont toûjours les mêmes, tant que ces humeurs ne changent pas. Car si les humeurs de l'œil viennent à changer, par accident, ou par la vieillesse, le sentiment des couleurs change aussi, & la différence en est sensible, lorsque l'accident n'est arrivé qu'à l'un des deux yeux, &c. J'adopte entiérement cette réponse, après laquelle je supprime sans peine tout ce que j'avois imaginé là-dessus.

XCVII. *Rem. 19.* Les différentes vîtesses de la lumiére, soit par elle-même, soit par les différents milieux qu'elle rencontre, fourniroient d'autres questions que je passerai sous silence, ou auxquelles je ne toucherai que succinctement, parce que leur discussion tient au choix exclusif d'un Systeme sur la propagation de la Lumiére, & que je ne veux point exclurre ici de Systeme, qu'autant qu'il sortiroit du Méchanisme, ou qu'il seroit manifestement contraire aux expériences. C'est pourquoi, je le répete, on substituera tout ce que l'on voudra à ce que j'appelle *milieu* dans les intervalles des parties propres des corps diaphanes, ou *atmosphere* autour de leur surface extérieure, pourvû que la lumiére se meuve avec plus de facilité ou de vîtesse dans les uns que dans les autres, conformément aux loix de l'impulsion.

On auroit pu demander, par exemple, dans le cours de ces Recherches, comment la lumiére, après avoir perdu une partie

partie de sa vîtesse à la rencontre d'un nouveau milieu où elle se meut plus difficilement, peut la recouvrer en sortant de ce milieu, & en retournant dans celui où elle se mouvoit avec plus de facilité ? Il est clair que chaque Systeme en donnera une explication différente ; & il suffit de voir en général, que les explications ne sont pas impossibles sur ce sujet, que le fait n'a rien en soi qui passe les ressources de la Nature, ni de contraire aux loix invariables de sa méchanique. Par exemple, dans l'hypothese des *Pressions*, où tout ce qui a été dit des différentes vîtesses translatives, se doit entendre des différentes vîtesses d'impulsion & de vibration, la même force de ressort & de tendance du globule ou de la file des globules de la lumiére, & les mêmes impulsions de la part du corps lumineux étant constantes, réïtérées, & toûjours appliquées au même sujet, agiront plus ou moins, selon que le milieu où se trouve la file, & qu'elle traverse, lui permettra des vibrations plus ou moins promptes, sans que ce que ses globules en ont eu de moins dans un milieu, les empêche de recouvrer ce qu'ils pouvoient en avoir de plus dans l'autre. Tout de même qu'un Pendule, une Corde tenduë, ou une Cloche dont les vibrations auroient perdu une partie de leur vîtesse dans l'eau, la recouvreroient toute entiére dès qu'on les remettroit dans l'air; parce que c'est toûjours le même principe de force accélératrice, ou de tension qui subsiste, & qui ne fait que distribuer ses effets sur différentes quantités d'une matiére ambiante, plus abondante en un cas, & moins dans l'autre.

Peut-être que l'inverse du raisonnement précédent conviendra à l'hypothese de l'Emission. Ce seront les vibrations du corps diaphane même, du milieu plus résistant, excitées par le choc de la lumiére, & le débandement de ses parties élastiques, qui redonneront aux globules de la lumiére qui en sortent, la vîtesse qu'ils avoient perduë en y entrant, & en mettant ces parties en contraction. Ce qui reviendroit à l'effet purement mathématique, indiqué au commencement de l'*Art. XLIX.*

La cauſe des différentes vîteſſes qui ſe déduiſent des différents degrés de réfrangibilité de la lumiére, & des couleurs qui en ſont inſéparables, nous jetteroit dans une ſemblable néceſſité de choiſir un Syſteme. Celui des vibrations de preſſion attribuera aux différentes élaſticités des globules lumineux, ou de leurs files, ce que celui de l'Emiſſion pourra expliquer par leurs différentes maſſes ou groſſeurs. Car quoique nous ayons fait voir ci-deſſus, *Art. LXXIII*, que les différentes maſſes ou groſſeurs ne pouvoient être la cauſe immédiate des différentes réfrangibilités de la lumiére, rien n'empêche qu'elles ne le ſoient en ce ſens, qu'elles occaſionnent différentes vîteſſes ſur une même quantité de mouvement dans chacun de ſes globules lancés avec une égale force par le corps lumineux, &c.

XCVIII. *Rem. 20.* On m'a fait à la derniére lecture une difficulté qui tombe dans la même dépendance ; mais qui m'intéreſſeroit davantage, parce qu'elle roule ſur un point d'obſervation, & à laquelle par conſéquent je dois répondre.

Si les différentes couleurs de la Lumiére ſont relatives à ſes différentes vîteſſes, il devra, dit-on, arriver que dans la perception d'une lumiére qui naît ſubitement, par exemple, dans l'Emerſion d'un Satellite de Jupiter, on commencera par voir du rouge pur, puis du rouge mêlé de jaune, & enſuite ce tout mêlé de verd, juſqu'au bleu tout au moins, dont le mêlange eſt néceſſaire à la compoſition du blanc, ou de la Lumiére proprement dite. Puiſque ſi la lumiére employe 7 à 8 minutes à traverſer le demi-diametre de l'Orbite Terreſtre, elle en employera 35 ou 40, c'eſt-à-dire, environ cinq fois autant, à venir de Jupiter juſqu'à nous ; ce qui ſeroit plus que ſuffiſant pour mettre un intervalle de temps très-ſenſible entre la lumiére rouge & la lumiére blanche ou compoſée qui doit arriver du Satellite. Car la vîteſſe de la lumiére rouge, en tant que réciproquement proportionnelle à ſa réfrangibilité, étant d'un 386me plus grande que celle du jaune, & ſurpaſſant d'un 155me la vîteſſe du bleu, ſi l'on diviſe les temps par ces nombres, on trouvera 5 à 6 ſecondes

d'intervalle du rouge au jaune, & 13 à 15 secondes du rouge au bleu. Mais l'obſervation ne nous fait rien voir de cette ſucceſſion de couleurs & de nuances, & le Satellite ſorti de l'ombre, nous paroît d'abord auſſi blanc que pluſieurs minutes après ſon Emerſion ; il faut donc que les différentes réfrangibilités de la lumiére & ſes couleurs ſoient duës à quelqu'autre cauſe qu'aux différentes vîteſſes des parties qui la compoſent.

Il eſt clair qu'une ſemblable difficulté ne ſçauroit avoir lieu dans le ſyſteme des vibrations de preſſion, ni dans ceux qui s'y rapportent ; parce que, ſelon ces ſyſtemes, le véhicule ou les parties de la lumiére de toute eſpece qui agiſſent ſur notre Organe, ſe trouvent actuellement diſperſées autour de nous dans l'inſtant même de l'émerſion, ou de l'apparition de lumiére la plus ſubite ; qu'elles ſont toûjours prêtes à recevoir du corps lumineux l'impulſion néceſſaire pour les agiter par les vibrations de différente vîteſſe qui leur ſont propres, en vertu de leurs différentes élaſticités, & que de plus ces vîteſſes de vibration peuvent n'avoir qu'un rapport infiniment éloigné avec la vîteſſe tranſlative & générale de la lumiére depuis le corps lumineux juſqu'à nous. C'eſt ainſi que deux tons qui réſultent de vibrations dont les vîteſſes ſont en raiſon de 1 à 2, à 3, &c. ne laiſſent pas de parvenir en un temps ſenſiblement égal du corps ſonore juſqu'à l'oreille ; & s'il y a réellement entre leurs vîteſſes de propagation quelque différence que les expériences ordinaires ne nous laiſſent point appercevoir, elle eſt aſſûrément bien éloignée d'être en raiſon de leurs vîteſſes toniques ou de vibration.

Il ne peut donc guere s'agir ici que de l'hypotheſe de l'Emiſſion des corpuſcules, qui en effet ne me ſemble pas fournir une réponſe auſſi directe ; parce que, ſelon cette hypotheſe, les mêmes parties de la lumiére qui viennent affecter l'organe, ont dû être auparavant dans le corps lumineux, & qu'elles s'en ſont détachées avec toutes les modifications néceſſaires pour exciter en nous la ſenſation propre de chaque couleur. Je ne penſe pas cependant que ceux qui ont adopté

l'Emiſſion des corpuſcules, doivent être fort embarraſſés d'une pareille objection. Cette objection ſuppoſe en nous, au moment de l'illumination du Satellite, une ſoudaineté de ſentiment qui eſt phyſiquement impoſſible, & qui eſt démontrée telle par l'expérience. Car a-t-on conſtaté que depuis le commencement de l'émerſion, juſqu'à celui de la perception, il ne ſe ſoit pas écoulé 6, 15 ou 20 ſecondes, & autant de temps qu'il en faut pour le mélange des rayons colorés? ou plûtôt n'eſt-il pas certain qu'il s'en eſt écoulé beaucoup davantage? Nous ſçavons par les Tables de feu M. *Caſſini*, que le premier Satellite de Jupiter, qui eſt celui dont les Immerſions & les Emerſions ſont les plus promptes, eſt environ 7 minutes à s'éclipſer, ou à ſe dégager entiérement de l'ombre. Quelle eſt donc la portion de ſon diſque qui doit en être dégagée, pour que ſon illumination devienne ſenſible ſur la Terre? Eſt-ce la moitié, le tiers ou le quart? & mille circonſtances phyſiques de la part de l'objet, ou de l'obſervateur, n'y apporteront-elles point de variation? Ce qui eſt conſtant, c'eſt que d'une Lunette de 10 pieds à une de 16, la différence eſt déja d'environ 30 ſecondes de temps, dont la plus longue Lunette voit le premier Satellite plûtôt, ou le perd plus tard. Prolongés la Lunette, & vous aurés 40", 50", &c. de maniére qu'il eſt à préſumer qu'avec les plus grandes & les plus excellentes Lunettes dont on ſe ſoit ſervi juſqu'à préſent, on eſt demeuré bien loin de ce premier inſtant d'illumination que l'objection ſuppoſe, & par conſéquent que le mêlange des parties de la lumiére de différente réfrangibilité a eu plus de temps qu'il n'en faut pour ſe faire à la diſtance, & au lieu même où ſe trouve l'obſervateur.

Les Satellites de Saturne près de deux fois auſſi éloignés de la Terre que ceux de Jupiter, ni les Fixes même ne fourniront rien de plus favorable à l'objection. Au contraire comme les vîteſſes de la Lumiére ſont ſuppoſées uniformes dans l'hypotheſe, & que ſes radiations ou illuminations à diverſes diſtances ſuivent la raiſon inverſe des quarrés, il eſt vraiſemblable que la difficulté de l'appercevoir, & que les intervalles

de temps entre son apparition, & notre perception croîtront bien davantage que ceux que donnent les différentes vîtesses de ses parties.

Tout-ceci est applicable par surabondance de droit au systeme des vibrations de pression. Mais je laisse à la sagacité de ceux qui auront embrassé ce systeme, ou quelqu'autre, le soin d'éclaircir plus parfaitement ces sortes de difficultés, dont je n'ai dû faire mention ici qu'autant qu'il étoit nécessaire, pour montrer qu'elles ne sçauroient donner atteinte à la théorie que j'y expose.

Des vîtesses de la Lumière par rapport à sa Réflexibilité, & à la force réfléchissante des milieux.

XCXIX. Il convient de se faire ici, d'après tout ce qui a été dit dans les *Articles LXXXVIII, LXXXIX*, &c. une idée distincte de ce que M. *Newton* entend, en divers endroits de son Optique, par la *Réflexibilité plus ou moins grande de la Lumiére*, par des *rayons* ou par des *couleurs plus ou moins réflexibles*. Car quoique ces termes s'y trouvent souvent en opposition avec ceux de *Réfrangibilité*, & de *rayons plus ou moins réfrangibles*, ils ne sont ni entiérement opposés, ni analogues.

Une plus grande ou une moindre Réfrangibilité produit des angles de réfraction qui différent plus ou moins des angles d'incidence, des rayons différemment réfrangibles sont ceux qui se rompent sous différents angles, & qui, en conséquence, deviennent plus ou moins divergents entre eux dans leurs réfractions. Mais une *plus grande réflexibilité* ne change rien au rapport des angles d'incidence & de réflexion, & des *rayons différemment réflexibles* ne sont nullement, selon M. *Newton*, des rayons dont l'angle de réflexion différe plus ou moins de l'angle d'incidence, & qui doivent devenir divergents entre eux dans leur réflexion commune au même angle d'incidence. Il semble cependant que ce seroit là leur vraye signification, après la notion que l'on s'est faite de la Réfrangibilité. Ce ne sont pas aussi des rayons qui, en se réfléchissant, se

réfléchiſſent plus abondamment par rapport aux parties qui les compoſent. Mais ce n'eſt pas de quoi s'écarter du langage, & des définitions d'un ſi grand maître. Il ſuffit de ſçavoir, que le plus ou le moins de Réflexibilité n'eſt rélatif qu'à l'angle d'incidence duquel s'enſuit la Réflexion, ou la Réfraction, & que des rayons plus réflexibles que d'autres ſont ceux qui ſe réfléchiſſent après avoir rencontré le plan réfléchiſſant ou rompant, ſous un angle qui ſeroit aſſés grand pour produire la Réfraction, & non la Réflexion totale dans ces autres moins réflexibles qu'eux. Ainſi les rayons homogenes bleus, ou violets ſont plus réflexibles que les rayons homogenes jaunes, ou rouges *(XCIV. Fig. 26.)* La plus grande réflexibilité en ce ſens, & dans le rayon qui en fait le ſujet, n'eſt donc réellement qu'une plus grande réfrangibilité, ou n'a qu'une plus grande réfrangibilité pour cauſe, ou un manque de vîteſſe, qui l'empêche de pénétrer le nouveau milieu ſous l'angle donné d'incidence.

C. Ces mêmes rayons plus réflexibles ſont auſſi appellés de *plus facile,* & de *plus prompte réflexion.* D'où l'on voit que ce n'eſt pas qu'ils ayent en eux plus de facilité, de promptitude ou de vîteſſe, car c'eſt tout le contraire; mais ſeulement, qu'ils ſe réfléchiſſent avant les autres, en ne ſe rompant plus par un angle d'incidence qui ſuffiroit aux autres, ou qui ſeroit aſſés grand pour les faire rompre, & entrer dans le nouveau milieu.

CI. Il faut l'entendre de même à peu-près des milieux, que M. *Newton* dit réfléchir la lumiére plus *promptement*, ou qui ont une plus grande *force réfléchiſſante.* C'eſt un effet purement relatif à deux milieux actuellement comparés, & dans l'un deſquels la lumiére ſe meut plus ou moins vîte, ou avec plus ou moins de facilité *(LX).* Ainſi la *plus grande force réfléchiſſante* n'eſt que la *moindre force réfringente* du milieu où la lumiére va, par rapport à celui d'où elle vient, ou bien elle eſt inſéparable de cette moindre réfringence. L'air, par exemple, eſt un milieu de plus prompte réflexion, quand la lumiére y tombe obliquement en venant du verre, que

quand elle y tombe en venant de l'eau. Car en venant du verre, elle se réfléchit de la surface de l'air, & ne s'y rompt plus du tout, quoique son angle d'incidence soit encore d'environ 49 degrés 50 minutes, & en venant de l'eau, elle se rompra encore sur l'air au dessous de cet angle, & n'en sera point totalement réfléchie, jusqu'à ce qu'il soit diminué d'environ 8 degrés 25 minutes, ou qu'il soit arrivé à n'être que de 41 degrés 25 minutes. Et il ne s'ensuit nullement dans l'un ni dans l'autre cas, que la lumiére se meuve plus ou moins facilement, plus ou moins vîte après sa réflexion, qu'auparavant. Je m'expose à insister un peu trop sur les véritables idées qu'il faut attacher à ces expressions, après ce que M. *Newton* en a dit, parce qu'il est de la derniére importance de n'y laisser aucune obscurité, tant pour les différentes Théories que l'on pourroit se faire sur ce sujet, que pour sçavoir jusqu'où l'on doit suivre celle de M. *Newton.*

CII. On ne voit pas pourquoi entre tous les milieux, à la surface desquels la lumiére se réfléchit & se rompt, l'un ne seroit pas, absolument parlant, & toutes choses d'ailleurs égales, plus propre que l'autre à réfléchir la lumiére, à la réfléchir en plus grande quantité, de maniére que toutes les fois qu'il y auroit réflexion & réfraction, la réflexion fût à proportion plus grande de dessus la surface d'un milieu, que de dessus celle de l'autre. Mais je ne sçache pas que nous connoissions cette propriété absoluë & spécifique des milieux par rapport à la lumiére, ou que nous en puissions rien déterminer autrement que par la relation dont il a été parlé dans l'article ci-dessus. Je veux dire, que le plus de disposition d'un milieu à réfléchir les parties de la lumiére, ne nous est connu que par son moins de force réfringente comparée à celle d'un autre, ou par la différente réfringence des deux; comme on vient de voir dans l'article précédent à l'égard de l'air, qui est plus réfléchissant, quand la lumiére y tombe obliquement du verre, & moins réfléchissant lorsqu'elle y vient de l'eau. Encore cette force réfléchissante n'est-elle pas exactement celle dont nous parlons, & ne peut que nous

fournir une induction très-équivoque pour en juger. Nous nous arrêterons donc là-dessus à cette proposition d'expérience, énoncée dans M. *Newton* : Qu'*entre les surfaces des corps transparents, celles-là réfléchissent le plus de lumiére, qui sont entre des milieux dont les densités réfringentes different le plus entr'elles*, & qu'*il ne se fait point de réflexion dans les confins des milieux également réfringents*. La propriété Réfléchissante entre deux milieux est donc toûjours dans ce sens relatif, en raison inverse de leur réfringence au passage réciproque de la lumiére, de l'un dans l'autre, c'est-à-dire, *en raison inverse de la facilité ou de la vîtesse* (Artt. LX. & LXI.) *avec laquelle elle se meut dans ces milieux*.

CIII. *Rem. 21*. Il n'y a rien là qui ne soit très-conforme à la saine Physique, & qui ne réponde aux idées qu'on peut se faire de la différente contexture des corps. Car on voit bien en gros, & je ne le détaillerai point ici davantage, que plus la lumiére va trouver de difficulté à se mouvoir dans le nouveau milieu, soit par rapport à l'arrangement de ses parties propres, ou aux petites atmosphères qui les environnent, ou aux fluides quelconques qui en remplissent les intervalles, plus elle y trouvera de quoi se détourner, s'arrêter, & être repoussée, & que le changement de toutes ces circonstances arrivant aux confins des deux milieux, c'est là que se doit faire le détour, ou la réflexion, selon que ce changement est plus grand.

On explique par-là fort naturellement plusieurs phénomenes qui participent de la Réflexion, & de la Réfraction; par exemple, comment des corps opaques deviennent transparents, quand on les impregne d'eau, ou d'huile, & réciproquement comment des corps transparents cessent de l'être, quand on les réduit en poudre. Car tous les corps n'étant, comme on sçait, qu'un assemblage de parcelles plus ou moins *pellucides* ou transparentes, tous deviennent opaques à force de redoubler d'épaisseur, & transparents à force d'être amincis. Or ce n'est vraisemblablement qu'à la multiplicité presque infinie de réflexions de la lumiére sur ce nombre prodigieux de parties,

de parties, dont la réfringence differe beaucoup de celle de l'air, ou de tel autre fluide dont le corps en total est environné, ou dont ses interstices sont remplis, qu'est duë son opacité. Ces parties ainsi conçuës, sont autant de nouveaux milieux sur chacun desquels la lumiére doit, & se rompre, & se réfléchir. Elle s'y dissipera donc enfin, & d'autant plûtôt, toutes choses d'ailleurs égales, que la réfringence des parcelles propres du corps differe davantage de celle du fluide qui les environne. Car, selon l'article précédent, les réflexions y sont alors d'autant plus grandes par rapport aux réfractions. Mais si ce corps est tel par le tissu de ses parties, qu'il puisse être impregné de quelque fluide dont la réfringence approche de la leur, & que ce fluide en remplisse assés intimement les intervalles pour parvenir jusqu'à toucher celles qui, si elles étoient détachées, seroient transparentes, il en résultera un tout lié, & transparent; parce qu'alors les réfractions viennent à surpasser d'autant plus les réflexions. Tout cela est palpable, pour ainsi dire, par l'exemple d'un tas de verre pulvérisé, & par-là devenu blanc & opaque. Il reprend une partie de sa diaphanéïté, si on le plonge dans l'eau; beaucoup plus dans l'esprit de Vin, & plus encore dans l'esprit de Thérébenthine, selon la gradation de réfringence de ces liqueurs, & selon qu'elles approchent davantage de l'égalité par rapport à celle de chacun des grains de verre.

Limites & rapports des différentes vîtesses de la Lumiére, en tant qu'elles se manifestent par les différentes Couleurs.

CIV. Il est évident que depuis la moindre jusqu'à la plus grande réfrangibilité de la Lumiére, déterminées par les deux extrémités du Spectre, & par sa longueur, qui est finie, il y doit avoir une infinité de réfrangibilités différentes, ou *(Art. XCI. Corol. 39.)* une infinité de degrés de vîtesse. Et puisque les différentes couleurs de la lumiére se trouvent inséparables de ses différentes vîtesses *(Art. XC.)* il y aura donc aussi, entre les mêmes limites, une infinité de différentes

couleurs. Et cela est rigoureusement vrai, si l'on y comprend toutes les différentes nuances renfermées sous le nom générique de chaque couleur. Car on remarque en effet une infinité de teintes dans le cours ou dans la latitude des bandes de chacune des couleurs du Spectre, & même dans le passage des unes aux autres. Chacune de ces couleurs ou nuances pourroit donc à la rigueur être appellée *primitive*, en ce qu'elle dépend d'un degré déterminé de réfrangibilité ou de vîtesse, qui lui est propre, & l'on peut dire, qu'il y a dans la lumiére tout autant de couleurs *primitives*, c'est-à-dire, une infinité. Mais en nous conformant là-dessus au langage ordinaire, & à celui de M. *Newton*, nous n'avons fait mention jusqu'ici que des cinq couleurs *primitives, Rouge, Jaune, Verd, Bleu* & *Violet*, proprement dits, dont cet Auteur a parlé au commencement de son Optique, & de ses Leçons posthumes d'Optique, ou du moins nous n'avons indiqué que ces cinq couleurs dans les divisions du Spectre des figures précédentes. Mais M. *Newton* y ayant regardé de plus près, & pensant peut-être aussi à l'analogie que quelques Auteurs avoient déja cru appercevoir entre les couleurs de la Lumiére, & les sept tons de la Musique, prit garde, qu'entre le *rouge* & le *jaune*, il y avoit une bande d'une largeur sensible, qui participoit de l'un & de l'autre, & qui étoit *orangé ;* & de même entre le *bleu céleste* & le *violet*, une bande *bleu-foncé* ou *indigo*. Nous compterons donc avec lui sept couleurs *primitives*, dans l'ordre selon lequel elles paroissent sur l'image réfractée du Soleil, de bas en haut, lorsque l'angle réfringent du Prisme est tourné en embas : Sçavoir, *Rouge, Orangé, Jaune, Verd, Bleu, Indigo* & *Violet*, comme déterminant autant de réfrangibilités croissantes, & de vîtesses décroissantes ; quoique par leurs nuances, ou par leurs intermédiaires, on en pût imaginer une infinité. En un mot, de quelque nom que l'on qualifie ces couleurs, nous ne faisons attention ici qu'au degré de réfrangibilité & de vîtesse, qui les distingue sur le Spectre à l'endroit où elles commencent sensiblement de paroître, & nous supposerons comme exact tout ce que M. *Newton* en a

enseigné à cet égard. Nous n'aurons prèsque aussi qu'à rappeller les évaluations qu'il a faites de ces réfrangibilités, & des sinus qui les déterminent.

CV. Soit *ABC* un Prisme de verre disposé comme nous venons de dire dans l'article précédent, *SL* un rayon du Soleil qui tombe obliquement sur la face *AC* de ce Prisme, qui le traverse en *LK*, & qui en sort par la face *BC*, pour retourner de-là dans l'air *KFH*. Si autour du point *K*, comme centre, on décrit le cercle *DNGH*, & qu'ayant mené le diametre *DG*, perpendiculairement à *BC*, on abbaisse les sinus *NM*, *FE*, *IO*, *HR*, &c. sur ce diametre, des points *N*, où le rayon incident *LK* vient couper ce cercle, & *F*, *I*, *H*, &c. où les rayons rompus au point *K*, divergents, & colorés, viennent semblablement le couper, on trouvera toûjours que *NM*, sinus du complément de l'incidence *NKC*, sur la surface réfringente *BC*, est aux sinus *FE*, *HR*, sinus des compléments de réfraction *FKB*, *HKB*, des rayons homogenes *KF*, *KH*, les moins, & les plus réfrangibles, en raison à peu-près de 50 à 77 & 78 : qui avec leurs intermédiaires *KI*, &c. par rapport aux sept couleurs ou à leurs limites, font tout de suite en montant, 77, $77\frac{1}{8}$, $77\frac{1}{5}$, $77\frac{1}{3}$, $77\frac{1}{2}$, $77\frac{2}{3}$, $77\frac{7}{9}$, 78. Mais nous avons démontré en 1722 & 1723, *Artt. X, LIII*, &c. que les forces ou vîtesses de tout mobile étoient avant & après la rencontre du plan réfléchissant, ou réfringent, en raison inverse des Sinus des compléments de l'incidence & de la réflexion, ou de la réfraction; rapportées à ce plan. Donc les vîtesses décroissantes des rayons rompus & colorés, successivement plus réfrangibles, seront comme ces fractions

$$\frac{1}{77},\ \frac{1}{77\frac{1}{8}},\ \frac{1}{77\frac{1}{5}},\ \frac{1}{77\frac{1}{3}},\ \frac{1}{77\frac{1}{2}},\ \frac{1}{77\frac{2}{3}},\ \frac{1}{77\frac{7}{9}},\ \frac{1}{78}.$$

CVI. *Corol. 43.* Les limites des couleurs, & leurs soûtendantes *Tt*, *tV*, &c. ou $\theta\tau$, $\tau\upsilon$, &c. sur le Spectre *TP*, ou θP, reçu sur un carton blanc en *PT*, ou $P\theta$, ayant entr'elles les mêmes rapports de distance ou de longueur, que les différences des tangentes *GT*, *Gt*; *Gt*, *GV*; &c. & de

Fig. 27.

si petites différences de tangentes ayant sensiblement les mêmes rapports entr'elles, que les différences de leurs Sinus, ou que les parties $\theta\tau$, τv, &c. d'une ligne quelconque $P\theta$, qui coupe les rayons colorés sous un angle fini, il suit que les intervalles entre les limites des couleurs du Spectre, indiqueront les différences des Sinus de réfraction, & des réfrangibilités de la lumiére que constituë chacune des couleurs, & par conséquent les différences de leurs vîtesses.

Fig. 28. C'est ce qui est résumé ici par un extrait de la Figure que j'en donnai l'année derniére, à l'occasion des Tons de Musique, où le Spectre *AFTMGP* est divisé selon les rapports dont nous venons de parler, & d'après les expériences & les calculs de M. *Newton*.

De l'Analogie particuliére des sept Couleurs du Spectre; avec les sept Tons de Musique.

CVII. Il n'est point question ici de l'analogie que M. *Newton* a remarquée entre les sept Tons de Musique & les sept Couleurs qui résultent de l'application d'un objectif de Lunette contre un verre plan, en raison des racines cubiques des quarrés des longueurs des cordes qui produisent ces tons, & que quelques Auteurs ont confonduë avec celle des couleurs Prismatiques. Car cette analogie se rapporte à de tout autres circonstances que celles qui font notre objet, & n'est point du tout la même que celle des espaces colorés que donne le Prisme.

Si l'on divise harmoniquement le Monochorde par rapport au Ton mineur, c'est-à-dire, en $\frac{1}{2}$, $\frac{7}{16}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{9}$, de maniére que la Toute (1) ou la corde fondamentale donnant *Re*, par exemple, & une de ses moitiés l'octave de ce *Re* en haut, on ait de suite sur l'autre moitié tous les intervalles diatoniques des Tons ascendants, *Re, Mi, Fa, Sol, La, Si, Ut, re*, il est évident que les cordes de ces tons seront entr'elles comme 1, $\frac{8}{9}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{1}{2}$; ou, supposant la Toute de 720 parties, comme ces nombres, 720, 640, 600, 540, 480, 432, 405, 360.

Cela posé, si l'on prend les intervalles diatoniques, 720 — 640 = 80, entre *Re* & *mi*; 640 — 600 = 40, entre *mi* & *fa*; &c. & que l'on compare le rapport qu'ils ont entr'eux avec celui que les soûtendantes ou distances des limites des couleurs du Spectre (Fig. 28.) $A\mu$ ou $G\lambda$, $\mu\kappa$ ou $\lambda\iota$, &c. ont entr'elles, on trouvera ces rapports les mêmes de part & d'autre; & si la moitié de toute la corde est égale à AF ou GM, la soûtendante du *Violet*, $G\lambda$, vaudra 80, comme l'intervalle de *Re* à *mi*, celle de l'*Indigo*, $\lambda\iota$, vaudra 40, comme l'intervalle de *mi* à *fa*, & ainsi de suite.

C'est-là succinctement en quoi consiste l'analogie que M. *Newton* a trouvée entre les sept couleurs du Spectre, qu'il appelle *primitives*, & les sept tons de Musique, & que nous avons ramenée au systeme du *Si*, aujourd'hui le seul en usage en France; analogie cependant qui ne regne qu'entre des valeurs absoluës d'un côté, & des différences de l'autre. Sur quoi je renvoye aux 3me & 4me *Eclaircissements*, qui suivent mon Mémoire de l'année passée sur le Son, où j'ai traité cette matiére dans un assés grand détail.

Quant à l'analogie de propagation, entre la Lumiére & le Son, les Couleurs & les Tons en général, on peut voir le Mémoire même, & les autres *Eclaircissements* qui l'accompagnent.

CVIII. *Rem.* 22. On sçait que le *blanc* & le *noir*, selon la Théorie de M. *Newton*, ne sont pas proprement des couleurs, l'un n'étant que l'assemblage des rayons de la lumiére de toute espece & de toute couleur, & l'autre n'en étant que la privation; *Descartes*, avec ses plus anciens disciples, ne different point en cela de M. *Newton*. Mais ne pourroit-on point, conformément au langage ordinaire, & dans un autre sens, traiter le *blanc* & le *noir* de vrayes couleurs, en ce qu'ils font partie de cette sorte de sensations par lesquelles nous discernons les objets de la vuë, & leurs bornes parmi ceux qui les environnent? Ne pourroient-ils point l'être aussi comme termes ou extrêmes de la quantité de lumiére propre à chaque couleur, dont le *blanc* seroit alors la commune mesure? Car

ces quantités ont ſans doute entr'elles, & avec le *blanc*, des rapports bien différents de ceux de leurs degrés de réfrangibilité, & de leurs vîteſſes. M. *Newton* ne s'éloigne pas de cette idée, quand il dit, que le *jaune* & l'*orangé* ſont de toutes les couleurs priſmatiques *les plus lumineuſes,* parce que, ſelon lui, *elles affectent plus fortement les ſens que toutes les autres enſemble.* Après ces deux, il met le *rouge* & le *verd,* &c. de ſorte qu'on pourroit ranger ſes ſept couleurs primitives dans cet ordre, *Jaune, Orangé, Rouge, Verd, Bleu, Indigo,* & *Violet.*

C'eſt, ſi je ne me trompe, à cette maniére de comparer les couleurs entr'elles, & avec le blanc ou la lumiére, que ſont duës la plûpart des analogies qu'on en a imaginées avec les tons de Muſique, avant que les expériences, & les idées de M. *Newton* ſur ce ſujet fuſſent connuës.

Il paroît qu'*Ariſtote* a cru que les couleurs avoient entre elles un certain rapport, à raiſon de leur mêlange de *blanc,* & de *noir,* & que les plus agréables étoient celles où ce rapport étoit *de nombre à nombre,* & le plus ſimple, par exemple, *de 2 à 3, de 3 à 4, & ſemblables, comme les tons harmoniques*.* Mais c'eſt certainement ſur une pareille idée, que roule tout ce que M. *De la Chambre* donna vers le milieu du Siécle paſſé, touchant l'analogie des Couleurs & des Tons, dans ſon Livre de *Nouvelles Obſervations & Conjectures ſur l'Iris,* où cette matiére eſt traitée plus amplement qu'en aucun autre endroit que je ſçache. C'eſt, dis-je, ſur ce que l'eſpece particuliére des couleurs conſiſte dans *la quantité de lumiére qui entre en chacune,* & ſur la ſenſation plus ou moins agréable qu'il croit qui en réſulte.

* *De ſenſu & ſenſibili, cap. 3.*

Cela poſé, & que le *Verd* qui *occupe le milieu de l'Iris céleſte,* & de l'*image* priſmatique *du Soleil,* eſt, *par le conſentement général de tous les peuples, la plus agréable de toutes les couleurs, comme l'octave,* en raiſon de 2 à 1, *eſt la plus parfaite de toutes les conſonances, M. De la Chambre* ne balance pas à mettre le *verd* en raiſon double, ou plûtôt, ſouſdouble avec le *blanc.* Et ayant établi enſuite ſur ce fondement, & ſur pluſieurs inductions tirées de la rélation qu'il juge que les qualités

sensibles ont entre elles, les rapports de toutes les autres couleurs avec les tons, il en forme enfin cette suite harmonique descendante,

BLANC.	JAUNE.	ROUGE.	VERD.	BLEU.	POURPRE.	NOIR.
Ton fondamental.	Quarte.	Quinte.	Octave.	Onziéme, ou *Quarte redoublée.*	Douziéme, ou *Quinte redoublée.*	Quinzieme, ou *double Octave.*

Voilà en abrégé son *Systeme des couleurs & des harmonies.*

Cet exemple entre plusieurs suffit, pour montrer le vague, l'arbitraire, & le mal entendu qui régnent dans ces prétenduës analogies. Car comment mesûre-t-on ces rapports de lumiére, & d'agrément entre les autres couleurs, & le *verd!* Comment les détermine-t-on au juste, & de nombre à nombre ? S'ensuit-il que le *verd* ne soit que de moitié aussi lumineux que le *blanc,* parce qu'il est la plus agréable des couleurs, ou la plus amie de l'organe ? Selon le principe ce seroit au *gris* d'avoir cette prérogative, comme formé d'une égale quantité de blanc & de noir, & tenant par-là le vrai milieu ? Enfin quel rapport y a t-il entre la force ou l'intensité des sons, & leurs valeurs toniques ou musicales, pour les comparer avec les différentes intensités de la lumiére ? Le *sol* qui sonne le plus foiblement au-dessus de l'*ut,* en est-il moins la *quinte,* que celui qui sonne le plus fortement, & n'est-ce pas par-là seulement que ces deux tons, & leurs vibrations sont commensurables, plûtôt que par leur plus ou moins de force ? Mais c'est encore ici la méprise perpétuelle qu'on trouve dans une infinité de livres, & que j'ai relevée ailleurs *.

* *Memoires de l'Acad.* 1737. p. 22.

De la distinction marquée des sept couleurs du Spectre, & de leurs latitudes.

CIX. Je ne veux point passer sous silence une difficulté, ou plûtôt une question que l'on peut faire sur les couleurs Prismatiques, quoique je n'espere pas y satisfaire pleinement.

On peut demander, pourquoi n'y a-t-il que sept couleurs distinctement marquées sur le Spectre ? Pourquoi ont-elles une si grande latitude ? Pourquoi les nuances de l'une à l'autre

en ont-elles une si petite ? ou pourquoi le passage en est-il si brusque ? Car puisque les couleurs Prismatiques résultent des différents degrés de Réfrangibilité ou de vîtesse de la lumiére, & que depuis un bout du Spectre jusqu'à l'autre, il y a une infinité de ces degrés, chaque lumiére véritablement homogene, ne devroit former qu'une bande horisontale infiniment étroite dans l'expérience du Prisme, & par conséquent tout le Spectre ne devroit être qu'un tissu de nuances, parmi lesquelles il seroit impossible d'assigner une largeur finie à aucune couleur ? Il est vrai que quelques-unes de ces couleurs sont visiblement la nuance ou la couleur moyenne des deux entre lesquelles elles sont placées ; tel est (Fig. 28.) l'*Orangé*, entre le *Rouge* & le *Jaune* dont il participe, & le *Bleu foncé* ou *Indigo*, entre le *Bleu céleste* & le *Violet*. Il est vrai encore que ces couleurs ne sont pas uniformes dans leurs latitudes ; que les unes, du côté du Spectre où se trouvent les plus lumineuses, se dégradent peu-à-peu, en s'éclaircissant, à mesure que la Réfrangibilité augmente, comme on le voit dans le *Rouge* & dans l'*Orangé*, & les autres en s'obscurcissant, comme on le voit dans le *Bleu céleste* en allant à l'*Indigo*, & dans celui-ci en allant au *Violet*. Enfin il est constant que si l'on regarde de près, ou avec une Loupe, les limites des couleurs les mieux terminées, & les plus distinctes de celles qui leur sont contiguës, on y découvrira une infinité de petites couleurs ou nuances différentes. Voilà, si l'on veut, un petit jour qui commence à se répandre sur cette matiére; mais il ne suffit pas pour empêcher qu'on n'insiste, & qu'on ne demande encore, pourquoi n'y a-t-il qu'une grande couleur intermédiaire, par exemple, le *Verd*, entre le *Bleu* & le *Jaune*, l'*Orangé* entre le *Jaune* & le *Rouge*, & non pas plusieurs ou une infinité ? Ne sont-ce pas des couleurs bien différentes, d'une continuité, & d'une latitude que les dégradations de clair ou d'obscur n'empêchent pas d'être distinguées bien sensiblement de leurs voisines ? Et pourquoi ces petites couleurs ou nuances intermédiaires, que l'on remarque sur les limites, sont-elles si resserrées, au lieu d'être répanduës sur toute

toute la latitude des deux couleurs adjacentes de part & d'autre ? Pourquoi en un mot ces couleurs adjacentes conservent-elles invariablement leur dénomination particuliére, & pourquoi la sensation différente que nous en recevons est-elle si marquée, & si homogene dans tout l'espace occupé sur le Spectre par chacune d'elles ?

CX. Comme il n'y a certainement aucun rapport direct de nature ni de quantité entre nos sensations & les objets extérieurs qui les occasionnent, il ne seroit pas surprenant que la question demeurât toûjours insoluble. Mais il ne sera pas inutile d'y faire encore quelque attention, pour se convaincre au moins, que la doctrine de M. *Newton* sur les Couleurs, non plus que la Théorie que nous y avons appliquée, qui ne roulent que sur les faits & sur le calcul, n'en sont pas moins certaines.

Remarquons donc, 1.° Que le défaut d'analogie entre nos sensations & leurs objets extérieurs est ôté en quelque sorte & indirectement par l'entremise des organes de nos sens. Car on ne peut disconvenir qu'il n'y ait une proportion de force ou de grandeur entre la sensation & les ébranlements de l'organe. Quelle que soit la cause d'institution ou de droit à qui cette relation est duë, l'expérience que nous en faisons tous les jours ne nous permet pas de douter que cette relation n'existe, & que nos sensations ne soient d'autant plus fortes, que l'organe dont elles dépendent a été plus fortement ébranlé. Or il est clair que les ébranlements de l'organe ont un rapport méchanique & calculable avec le choc des corps qui le frappent ; il n'est donc pas impossible d'établir quelque analogie entre nos sensations & les forces des corps extérieurs, entre nos sensations de couleur, par exemple, & les différentes vîtesses de la lumiére qui les occasionnent, ou qui en sont inséparables, ni même, à certains égards, de la calculer.

2.° Observons que plusieurs de nos sensations de même genre changent d'espece à la seule occasion d'un petit changement en plus ou en moins, arrivé à une même modification de l'objet qui agit sur nos organes ; un peu plus ou un

peu moins d'activité de la part du feu, change notre ſenſation de chaleur en un ſentiment de plaiſir ou de douleur ; un peu plus ou un peu moins de vîteſſe dans les vibrations du corps ſonore, nous font entendre des tons fort différents; comme un peu plus ou un peu moins de vîteſſe dans les rayons de la lumiére nous font voir toutes les couleurs du Spectre, ou en ſont inſéparables, quelles que puiſſent être d'ailleurs les autres modifications des corpuſcules lumineux compliquées avec leurs vîteſſes ; ainſi qu'il a été expliqué en ſon lieu.

3.° Que les intenſités différentes de l'objet, & la force des ébranlements de l'organe qui s'enſuivent, quelque grandes ou petites qu'elles ſoient, ne changent rien ou preſque rien à l'eſpece de ſenſations tant que la modification correſpondante de l'objet demeure de même quantité. Ainſi la force du Son ne change rien au ton, le même ton pouvant être fort ou foible, juſqu'à nous étourdir, ou à devenir prèſque imperceptible, ſans devenir plus haut ou plus bas, quoique l'augmentation ou la diminution d'un 100me dans la vîteſſe des vibrations du corps ſonore y apporte un changement très-ſenſible. Et de même la lumiére colorée provenant de la 100me partie des rayons du diſque du Soleil, ſéparés par le Priſme, ou de tout ſon diſque, & par-là cent fois plus ou moins forte, ne nous fera éprouver que la même ſenſation de couleur, tant que ſa réfrangibilité ou ſa vîteſſe reſtera la même, quoiqu'un 78me de différence entre ſes réfrangibilités ou vîteſſes renferme les extrêmes des changements capables de produire en nous toutes les différentes ſenſations de couleur poſſibles.

4.° Que malgré la fineſſe & la délicateſſe des fibres de nos organes, il faut cependant que le changement arrivé à la modification des objets dont ils ſont, pour ainſi dire, les juges, ſoit d'une certaine quantité finie pour devenir ſenſible ; ſans quoi l'eſpece de ſenſation demeure indiſtinctement la même. Ainſi la fréquence des vibrations du corps ſonore ne venant à changer, par exemple, que d'un 800me, qui ne

fait qu'environ la moitié d'une *Eptaméride* de M. *Sauveur*, l'oreille la plus délicate aura bien de la peine à discerner si le ton est haussé ou baissé, ou même s'il a changé en aucune maniére : & je doute aussi que les yeux les plus fins pussent appercevoir aucune différence dans la couleur absoluë qui n'auroit changé que d'un 3000me de réfrangibilité ou de vîtesse.

5.° Sur quoi il y a encore ici une observation importante à faire, c'est que deux modifications qui different assés peu entr'elles pour ne pouvoir être distinguées absolument ou successivement, le pourront être jusqu'à un certain point, & entre des limites plus resserrées, lorsqu'elles viendront à être considérées l'une près de l'autre, en même temps & relativement. Ainsi deux cordes qui ne different dans leurs fréquences de vibration que de ce 800me que nous avons dit être insensible en une même corde frappée successivement, pourront bien être distinguées de l'unisson parfait, lorsqu'elles sonneront ensemble : & de même deux couleurs ou plûtôt deux nuances, celles du *Rouge*, par exemple, qui ne different que d'un 3000me de réfrangibilité ou de vîtesse, & qu'on n'auroit pu distinguer séparément, paroîtront d'une différence sensible, étant vuës l'une près de l'autre sur la bande *rouge* du Spectre, dont cette 3000me partie de réfrangibilité ou de Sinus ne répond qu'à environ la 5me partie de sa largeur, & qui est, de même que les autres bandes colorées du Spectre, toute composée de proche en proche de ces nuances séparément *indiscernables*. Ce qui peut devenir l'objet d'une recherche curieuse sur les tensions & extensions successives ou simultanées des différentes fibres de nos organes, mais dont nous nous abstiendrons ici, n'ayant besoin que du fait.

CXI. Cela posé, qu'y aura-t-il d'extraordinaire que ces petits accroissements de réfrangibilité ou décroissements de vîtesse de la part de la lumiére, qui constituent la largeur des bandes colorées du Spectre, soient insuffisants pour changer l'espece de sensation que nous appellons *couleur*, & qu'ensuite étant arrivés à un certain degré, la moindre augmentation ou

diminution ſenſible faſſe parvenir les ébranlements de l'organe qui leur répondent, à un degré de fréquence, ou de commenſurabilité par rapport à la tenſion commune de ſes fibres, qui ſoit capable de produire en nous la nouvelle ſenſation de couleur que nous éprouvons dans l'expérience dont il s'agit? Qu'il n'y ait que ſept ou un moindre nombre de couleurs plus particuliérement diſtinctes que les autres, cela n'a rien en ſoi de plus ſurprenant que les ſept Tons de l'Octave, à la diſtinction & à l'intonation deſquels nous avons aſſûrément été déterminés par la Nature, & par la conſtruction des organes de l'Oreille & de la Voix, par les commenſurabilités plus ſimples, & par-là plus perceptibles des vibrations qui en font naître le ſentiment, & par mille autres circonſtances méchaniques pareilles, avant que l'art s'en mêlât, & qu'il nous y fît remarquer les diviſions en *Comma,* en *Mérides*, & en *Eptamérides*. Je n'ai garde de donner ces conjectures pour des preuves complettes, & pour une entiére ſolution de la difficulté ; mais il me ſemble qu'elles ſont valables pour affranchir le Syſteme de M. *Newton* de toute incongruïté ſur ce ſujet.

Du reſte on voit que les changements de Ton en exigent de très-conſidérables dans les rapports de vîteſſe qui les conſtituent ; par exemple, de 9 à 10, de 15 à 16, pour monter du *La* au *Si*, du *Si* à l'*Ut*, en intervalle de $\frac{1}{10}$, & de $\frac{1}{16}$, au lieu qu'un changement de rapport de 579 à 580, de $1028\frac{1}{3}$ à $1029\frac{1}{3}$, ſuffit pour aller, par exemple, du *Jaune* à l'*Orangé*, de l'*Orangé* au *Rouge*, en intervalle de $\frac{1}{580}$, & de $\frac{1}{1029\frac{1}{3}}$. Et cela ſans doute par la ſoupleſſe différente des organes de l'Ouïe, & de ceux de la Vuë, comme nous l'avons expliqué l'année derniére, en donnant raiſon de ce qu'il ne pouvoit y avoir ni redoublements ni Octaves dans les Couleurs, ainſi qu'il y en a dans les Tons de Muſique.

DE LA DIFFRACTION.

CXII. Tous les Opticiens avant le P. *Grimaldi* ont cru que la Lumiére ne pouvoit se répandre ou se transmettre que de trois maniéres, sçavoir, par *voye directe,* ou en ligne droite, par *Réfraction,* & par *Réflexion ;* mais ce sçavant homme y en adjoûta une quatriéme qu'il avoit observée dans la Nature, & qu'il appella *Diffraction.* C'est cette inflexion des rayons qui se fait à la superficie ou auprès de la superficie des corps, & d'où résulte non seulement une plus grande ombre que celle qu'ils devoient donner, mais encore différentes couleurs à côté de cette ombre, fort semblables à celles de l'expérience ordinaire du Prisme. Pour se convaincre en gros du phénomene, & sans beaucoup de préparatifs, il n'y a qu'à regarder le Soleil à travers les barbes d'une plume, ou auprès des bords d'un chapeau, ou de tel autre corps filamenteux, & l'on appercevra une infinité de petits arc-en-ciels, ou franges colorées. La principale raison du P. *Grimaldi*, pour établir que la Diffraction étoit réellement une quatriéme espece de transmission de la Lumiére, & pour la distinguer de la Réfraction, est qu'elle se fait, comme il le pense, sans l'intervention d'aucun nouveau milieu. A l'égard de M. *Newton*, qui a décrit ce phénomene avec beaucoup d'exactitude, & qui en a encore plus détaillé les circonstances & les dimensions que le P. *Grimaldi*, il n'a rien décidé formellement, que je sçache, de sa vraye ou prétenduë différence avec celui de la Réfraction, ne voulant pas même, comme il le dit à ce sujet, entrer dans la discussion, si les rayons de la Lumiére sont corporels ou ne le sont pas, *De natura radiorum, utrum sint corpora nec ne, nihil omnino disputans* *. Cependant il a exclu du phénomene, sans restriction, & sans rien mettre à sa place, la Réfraction ordinaire de l'air +.

* *Princip. l. 1. Schol. Prop. 96.*

+ *Optic. l. 3.*

Pour moi, qui avoüerai franchement ne pouvoir former aucun doute sur la nature de la Lumiére à cet égard, & qui l'ayant considérée jusqu'ici comme un corps, n'ai pu la faire

détourner de ses directions ou de ses tendances, qu'à l'occasion d'autres corps, je ne ferai aussi aucune difficulté de dire que la Diffraction me paroît être une vraye Réfraction, telle que je l'ai expliquée dans les deux derniéres Parties de ces Recherches. Je n'y vois d'autre différence, sinon qu'elle se fait à la rencontre, je ne dis pas de l'air ambiant, mais d'un autre milieu invisible, & vraisemblablement de cette petite atmosphere que mille expériences nous démontrent, qui environne les corps, & qui peut varier de réfringence, & de mouvements à l'infini, selon leur différente contexture, ou les mêlanges de matiére qui les composent. J'ai lu, répété, & tourné de plusieurs façons les expériences que les Auteurs dont je viens de parler en rapportent, l'un au commencement de sa *Physico-mathesis de Lumine*, l'autre dans le 3[me] Livre de son *Optique*, & je n'y ai rien trouvé qu'on ne puisse ramener à cette idée, & à la Loi méchanique de laquelle je ne crois pas qu'on doive jamais se départir sur ce sujet.

Fig. 29. CXIII. Car soit *ABCD* le profil ou la coupe d'un cheveu, ou d'un fil délié de métal; *IAKTDH* son atmosphere de matiére réfractive, plus résistante par rapport à la lumiére que l'air; & *RR* un trait de lumiére reçu par un fort petit trou dans la chambre obscure, & auquel on a opposé le corps *ABCD* à quelques pieds au de-là.

Le fait est que si l'on reçoit l'ombre du fil *AC* sur un plan, à quelques pieds de distance du fil, par exemple en *NZ*, elle y sera trouvée, toutes déductions faites, beaucoup plus grande qu'elle ne devroit l'être, à raison du diametre de ce fil. On verra de plus de part & d'autre des limites de l'ombre en *NL*, *ZQ*, des bandes ou franges de lumiére colorée.

Mais un nouveau milieu *IAKTDH*, de figure cylindrique, & que les rayons *RI*, *rF*, *ρG*, d'une part, & *RX*, *rS*, *ρK*, de l'autre, ont à traverser plus difficilement que l'air, ne seroit-il pas suffisant pour produire tous ces effets? Pour détourner ces rayons de *I* en *N*, par exemple, de *F* en *O*, & de *O* en *E*, de *G* en *H*, & de *H* en *L*! & de même de l'autre côté du corps *AC*, de *X* en *Z*, de *S* en *T*, & de *T*

en *V*, de *K* en *P*, & de *P* en *Q*! Et pour y produire des couleurs à peu-près comme celles du Prisme, tant à cause de la figure cylindrique du nouveau milieu, que des différents degrés de réfringence qu'il peut avoir en différentes couches plus ou moins proches du corps *AC*! Que l'ombre du cheveu soit plus grande qu'elle ne doit l'être, il n'y a rien là de surprenant; c'est celle de son atmosphere plûtôt que la sienne. On ne voit point, il est vrai, cette atmosphere, ou ce nouveau milieu; mais le détour de la lumiére, auprès du corps *Diffringent*, ne permet pas de douter qu'il n'existe, à moins qu'on ne suppose que le changement de direction arrivé à ces rayons, qui sont matiére, leur est survenu sans l'opposition d'aucune matiére dans le lieu où s'est fait le détour. Voit-on mieux, & n'admet-on pas cependant, la matiére magnétique & électrique autour d'un Aiman, ou d'un morceau d'Ambre? Je crois donc être fondé à regarder la Diffraction comme une véritable Réfraction; & cela par la grande Regle de M. *Newton* même, qu'*il ne faut point multiplier sans nécessité les causes des effets naturels, & qu'ainsi les effets naturels de même genre doivent être attribués à des causes semblables.*

CXIV. Il ne faut point dissimuler que les effets de la Diffraction sont très-composés, & qu'en conséquence, pour les expliquer par une atmosphere réfringente, il faut la supposer aussi très-composée. Sur l'idée générale que nous avons d'abord donnée de ces effets, & sur la notion que l'on en prend communément dans les Auteurs, on s'imagineroit peut-être que les couleurs *N, E, L,* d'un côté de l'ombre, & *Z, V, Q,* de l'autre côté, représentent simplement la suite des couleurs de la Lumiére, chacune des bandes ou franges ne donnant qu'une de ces couleurs. Mais ce sont bien distinctement tout au moins trois ordres ou suites de couleurs de chaque côté, & posées l'une auprès de l'autre à peu-près comme les Spectres d'autant de Prismes ajustés l'un sur l'autre au dessus & au dessous du corps diffringent *ABCD*. Ces Fig. 30. trois suites de franges ou de couleurs sont représentées ici

dans leurs proportions ou approchant (Fig. 30.) par rapport à l'ombre *O* du cheveu, & marquées sur leur milieu des mêmes lettres que leurs correspondantes dans la Figure 29. Ainsi la premiére, en partant de l'ombre, est *N* d'un côté, & *Z* de l'autre, la seconde *E* & *V*, & la troisiéme *L* & *Q*. On voit dans la premiére, de part & d'autre, en venant de l'ombre, les couleurs suivantes, *Violet, Indigo, Bleu-pâle, Verd, Jaune, Rouge*; dans la seconde, en suivant le même ordre, *Bleu, Jaune, Rouge*; & dans la troisiéme, *Bleu-pâle, Jaune-pâle, & Rouge.*

CXV. On pourroit d'abord expliquer cette multiplicité de suites de couleurs d'une maniére assés simple, & sans composer beaucoup l'atmosphere réfringente qui entoure le corps *ABCD*, Fig. 29. Car si l'on imagine des tangentes menées de part & d'autre du point *I* & du point *X*, & de même d'autres tangentes sur les points *F, G,* ou *K, S,* & *O, H,* ou *T, P,* il en résultera un Prisme à base dodécagone, ou, si l'on veut, plusieurs portions de Prismes triangulaires de différent angle réfringent; de maniére qu'en *I* ou *X*, sera le Prisme de l'angle réfringent le plus obtus; en *F, O,* ou *S, T,* celui dont les faces réfringentes par leur concours formeroient un angle moins obtus; & en *G, H,* ou *K, P,* celui où elles formeroient un angle aigu. Ainsi il ne seroit pas étonnant que chacun des rayons composés, *R, r,* ρ, se décomposât à part en ses couleurs sur chacun de ces Prismes de différent angle, & que leurs Spectres étant reçus sur un même plan, s'y trouvassent en des lieux différents. La surface courbe & cylindrique donne, il est vrai, une infinité de ces faces diversement inclinées à l'incidence des rayons lumineux; mais on voit bien que jusqu'à ce que l'inclinaison des unes à l'égard de plusieurs autres devienne finie ou sensible, ou, ce qui est la même chose, jusqu'à ce qu'il y en ait un assés grand nombre pour faire un total capable de changer sensiblement la valeur de l'angle d'incidence, & que la réfraction, qui se fait, par exemple, en *G*, par rapport à celle qui se fait en *F*, &c. soit sensiblement différente, la suite ou l'ordre

l'ordre des couleurs prismatiques ne doit pas changer de lieu. La courbûre ou le changement insensible & gradué des inclinaisons doit seulement apporter ici quelque trouble aux couleurs, aux latitudes de leurs bandes, & à l'anticipation réciproque des unes sur les autres, comme on le remarque en effet dans le phénomene, qui n'est pas le même dans toutes ces parties que celui qui résulte du Prisme ordinaire, ou d'un Prisme tel que seroit celui que nous venons de décrire. Mais nous allons voir que tout cela est encore bien douteux, ou tout au moins bien compliqué par les circonstances physiques qui s'y mêlent.

CXVI. Selon que M. *Newton* l'a conçu, & que les expériences paroissent l'indiquer, les rayons *R*, que la Figure 29 suppose aller se peindre en *N*, ou en Z, s'écartent moins de l'ombre que les rayons *r*, qui vont se peindre en *E*, ou en *V*, & ceux-ci moins que les rayons ρ, qui vont se peindre en *L*, ou en *Q*, & qui sont ceux qui s'écartent le plus de l'ombre ou de la bande d'ombre & de lumiére, & les uns & les autres se croisent en *Y*. Ainsi la réfraction est d'autant plus grande dans *IPK*, que les rayons passent plus près du corps diffringent *ABCD*. Cependant tout le contraire devroit arriver dans une atmosphere cylindrique homogene, puisque la Réfraction croît avec l'obliquité de l'incidence des rayons, & que l'incidence en *I* est plus oblique qu'en *F*, & en *F* qu'en *G*, &c. Il faut donc imaginer que les couches de l'atmosphere *IPK*, augmentent de réfringence de *I* vers *A*, en approchant du corps *ABCD*, ou que cette atmosphere est composée dans toute son étenduë de parties hétérogenes à cet égard, de maniére que les plus proches de la surface du cheveu, ou du centre de sa section, ou en général celles de la plus grande force réfringente renvoyent en *L* les rayons qui forment la troisiéme suite de couleurs en partant de l'ombre, que les plus éloignées du centre, ou, en quelque lieu qu'elles soient, que celles de la moindre force les renvoyent en *N*, pour y faire la premiére suite, & les moyennes en *E*, pour y faire la seconde; & ainsi de l'autre côté, *Q*, Z, *V*, &c. Voilà sans

doute quelque chose de bien composé pour une atmosphere de cheveu ; mais le plus petit rayon de lumiére sensible l'est-il moins, dès qu'il contient des parties capables d'exciter en nous tous les sentiments des couleurs ?

CXVII. Quand je parle de ces couches ou parties quelconques de différente réfringence de l'atmosphere *IPK*, il faut toûjours entendre que c'est en total dans le même sens par rapport à la réfringence de l'air. C'est-à-dire, par exemple, que la lumiére s'y écarte toûjours plus de la perpendiculaire en y entrant obliquement, que dans l'air ; mais en plus grand rapport en certains endroits qu'en d'autres. C'est en ce sens, comme je l'ai d'abord indiqué, qu'il y a lieu de juger que l'atmosphere qui produit la Diffraction, est plus réfringente que l'air. Cependant, à ne considérer que quelques-unes de ces expériences, on pourroit imaginer ce plus de réfringence totale en sens contraire, & expliquer par-là le phénomene. Car en ce cas, les rayons colorés venant à concourir sur l'axe du cone lumineux, s'y décusseroient ou croiseroient au de-là de l'atmosphere, par exemple, en *dsca*, & iroient, après cette décussation, se peindre en ordre renversé en *n*, *e*, *l*, & en *z*, *u*, *q* ; c'est-à-dire, que ceux dont l'incidence a été au dessus du corps diffringent, viendroient au dessous de l'ombre, & au contraire de ceux dont l'incidence a été au dessous ; mais il en résulteroit des effets semblables à ceux du cas opposé, ou dont la différence seroit difficile à observer. Combinés cette nouvelle vuë avec la réfringence croissante ou décroissante vers le centre, & avec le calcul des angles d'incidence par rapport à la figure du nouveau milieu, & vous verrés combien tout ceci pourroit devenir compliqué. Quoi qu'il en soit, je ne puis douter qu'il n'y ait dans la Diffraction quelques rayons détournés & *infléchis* vers l'axe du cone lumineux ; & voici ce qui me le persuade.

CXVIII. Lorsqu'on n'est pas encore exercé aux expériences de la Diffraction, on n'y voit guere d'abord que des bandes d'ombre & de lumiére paralleles à la projection du cheveu, ou de tel autre corps diffringent. Un peu d'attention

& d'adresse y font appercevoir ensuite du *Violet* ou du *Bleu*, & du *Rouge*; le *Verd* & le *Jaune* qui sont entre deux, & vis-à-vis les lettres de la Fig. 30, n'y paroissant que comme de grandes bandes de lumiére sans couleur. Enfin avec quelques précautions de plus, & en inclinant le papier ou carton blanc à l'axe du cone lumineux, selon le conseil & la pratique de M. *Newton*, on parvient à y découvrir toutes les couleurs qu'il a décrites, & que nous avons rapportées ci-dessus, *Art. CXIV*. C'est cette inclinaison du carton, qui, en élargissant à volonté toutes ces bandes, est d'un grand secours pour en démêler les couleurs. Je me suis servi avec cela le plus souvent d'une assés forte Loupe, & je me suis apperçu que l'ombre même du cheveu étoit toûjours teinte d'un *Violet* grisâtre, & plus claire dans son milieu que par ses bords. Je crus au commencement que la transparence du cheveu en étoit la cause, & que c'étoient plûtôt des rayons transmis directement, &, pour ainsi dire, filtrés, que réfractés par inflexion. Mais je retrouvai bientôt le même phénomene, en mettant à la place du cheveu des fils de métal, soit poli, soit mat, du fil d'archal, des épingles, & des aiguilles assés grosses, & qui n'avoient certainement aucune transparence. J'y voyois cependant cette différence, que les bords de l'ombre de ces corps faisoient prèsque toûjours deux bandes beaucoup plus foncées que celles du cheveu, & quelquefois tout-à-fait noires; mais le milieu entre deux n'en paroissoit que plus clair, & toûjours de ce *Violet* grisâtre dont je viens de parler. Voilà donc encore dans le phénomene de la Diffraction un nouvel ordre de réfractions produites par quelque couche inférieure de l'atmosphere ambiante, qui rapproche de la perpendiculaire, & de l'axe du cone, des rayons que les couches supérieures en écartent; mais qui n'agit sensiblement que sur les rayons *violacés*, les plus foibles de tous.

On a en grand un effet tout semplable à cette inflexion de rayons vers l'axe, dans la plûpart des Eclipses de Lune, où l'ombre qui fait l'Eclipse est prèsque toûjours uniquement celle de l'atmosphere de la Terre, plûtôt que celle de son

globe proprement dit, dont le cone d'ombre ne peut que dans des cas fort rares aller jusqu'à la Lune; comme il est aisé de le prouver par le calcul de leurs distances ordinaires, & par celui des réfractions horisontales. Et c'est à cette circonstance qu'est duë la visibilité de la Lune pendant ses Eclipses, & la couleur rougeâtre dont elle y paroît peinte.

CXIX. Enfin il y a dans la Diffraction une singularité que je ne dois pas omettre, & qui dépend encore à mon avis, de la composition ou hétérogénéïté de l'atmosphere qui la produit. C'est que les rayons colorés s'y écartent de l'axe du cone lumineux en sens contraire à l'ordre de leur réfrangibilité. Car ce sont les rayons *Violets* ou *Bleus* qui y sont intérieurs & le plus près de cet axe, dans chacune des suites, & les *Rouges* extérieurs ou le plus loin du même axe; comme on a pû voir par la description de la Fig. 30. Or il est aisé de se convaincre que cela ne sçauroit jamais arriver par une atmosphere homogene, de figure cylindrique, sphérique, sphéroïde, ou cylindroïde quelconque.

Fig. 31. Soit *ANG* cette atmosphere ou simplement sa coupe, soit *AX* l'axe du cone lumineux, & *YN*, le rayon incident. Si l'on suppose que la lumiére se meut avec moins de vîtesse dans ce nouveau milieu que dans l'air, & qu'elle s'y écarte de la perpendiculaire, il est évident que la séparation des rayons colorés qui se fait au point *N*, éloignera davantage de *AX* les rayons *Violets* ou *Bleus*, que les *Rouges*, & que les prèmiers iront, par exemple, en *I*, & les seconds en *G*; de maniére qu'à leur seconde réfraction, à leur sortie de ce milieu pour rentrer dans l'air, en se rapprochant de la perpendiculaire, ils divergeront encore en même sens, l'un vers *IV*, l'autre vèrs *GR*. Ainsi les *Rouges*, *R*, seront toûjours intérieurs, & les *Violets*, *V*, extérieurs.

Supposons ensuite que le milieu *ANG* soit tout le contraire, c'est-à-dire, que la lumiére s'y meuve avec plus de facilité & de vîtesse que dans l'air; le contraire de ce que nous venons de remarquer arrivera aux mêmes rayons colorés *Ng*, *Ni*, les uns rouges, les autres violets, jusqu'à leur

décuſſation *dsca*. Mais cette décuſſation rétabliſſant enſuite à cet égard, ce que la nouvelle hypotheſe de réfringence y avoit renverſé, & les rayons rouges, *gs*, paſſant en *sr*, & les violets, *is*, en *sv*, il eſt clair que les premiers ſe trouveront encore intérieurs après cette décuſſation, en *r*, & les ſeconds extérieurs, en *v*. Or on n'obſerve guere les ſuites & l'ordre des couleurs dont il s'agit que bien loin au de-là du point de décuſſation. Donc, &c.

Comment ſe peut-il donc faire que l'expérience de la Diffraction donne les rayons violets ou bleus intérieurs, & les rouges extérieurs, dans l'ordre énoncé ci-deſſus, *Violet, Indigo, Bleu-pâle, Verd, Jaune, Rouge*, & que les premiers qui ſont les plus foibles, ſemblent par-là ſe maintenir mieux dans leur direction contre la force étrangére qui agit pour les en détourner, que les derniers, qui ſont les plus forts? Il faut reconnoître ici néceſſairement, dans cette atmoſphére que les rayons de lumiére ont à traverſer, des parties de différente réſiſtance ou de différent mouvement, qui repouſſent les rayons rouges avec plus de force que ceux de toute autre eſpece, à peu-près comme la matiére électrique de l'exiſtence de laquelle tout le monde convient quelque inviſible qu'elle ſoit, repouſſe plus fortement certaines ſubſtances, & notamment certaines couleurs que les autres.

Mais pour nous faire une idée moins vague de la poſſibilité de ce méchaniſme, imaginons que l'atmoſphere *ANG*, à meſure qu'elle approche de ſa ſource ou du corps diffringent, augmente de denſité, de réſiſtance, ou de réfringence, par exemple, en raiſon inverſe des quarrés, des cubes, ou de telle autre fonction des diſtances; de maniére qu'à une certaine profondeur, en allant de la ſurface au centre, cette réfringence du milieu croît en plus grand rapport, que la réfrangibilité des rayons colorés ne décroît, en allant du violet au rouge. Cela poſé il eſt clair que le rayon rouge *NG*, par cela même qu'il a plus de force, qu'il eſt moins réfrangible, & qu'il ſe détourne moins de ſa premiére direction, *YN*, que le violet, *NI*, paſſera plus près du centre que le

violet ; mais par cela même aussi il ira plûtôt rencontrer une couche de l'atmosphere qui le repoussera, & le recourbera brusquement vers *NI*, & avec plus de force qu'il n'en avoit pour s'en écarter. Il crossera donc bien-tôt la route *NI* ou semblable, que tient le violet, & il lui deviendra extérieur par rapport à l'axe du cone lumineux, &c.

Si l'hypothese d'un milieu moins résistant à la lumiére que l'air avoit lieu, on trouveroit de même, que les rayons colorés *Ng, Ni*, donnent l'inverse de cet effet, jusqu'à leur décussation de part & d'autre sur l'axe *AX*, & qu'ensuite leur position entre eux, & par rapport à cet axe, devient la même que celle des *NG, NI*, du cas opposé.

Remarquons encore un phénomene qui se mêle quelquefois avec ces expériences de la Lumiére, une trépidation, ou une Diffraction changeante par secousses, & qui est encore plus visible aux bords du cone lumineux projetté bien loin au de-là d'un grand Gnomon, lorsque la lame de métal où en est le trou, vient à être échauffée par les rayons du Soleil. Pourroit-on attribuer ce trémoussement de l'image Solaire à autre chose qu'à la fluctuation que produit la chaleur, soit dans le fluide propre qui enduit ou environne les bords du métal, soit dans l'air qui les touche ; car ce sera toûjours l'équivalent d'une atmosphere diffringente ? Je sçais du moins qu'on se garentit de cet inconvénient, ou qu'on le diminuë beaucoup, en appliquant un peu de glace sur le métal, ou en le tenant couvert, & en ne le découvrant que vers l'instant de l'observation.

Je ne pousserai pas plus loin ces recherches sur la Diffraction. Il me paroît que ce n'est en tout ceci que quelques circonstances de fait, ou l'art de les découvrir, qui nous manquent, mais qu'il n'y a rien d'ailleurs qui puisse infirmer la Théorie que nous y avons employée.

CXX. *Remarque 23.* Quelle que soit, en général, la matiére réfractive, qui couvre comme un vernis léger la superficie des corps & de leurs petites parcelles, elle se manifeste encore par la réflexion de la lumiére que l'on fait

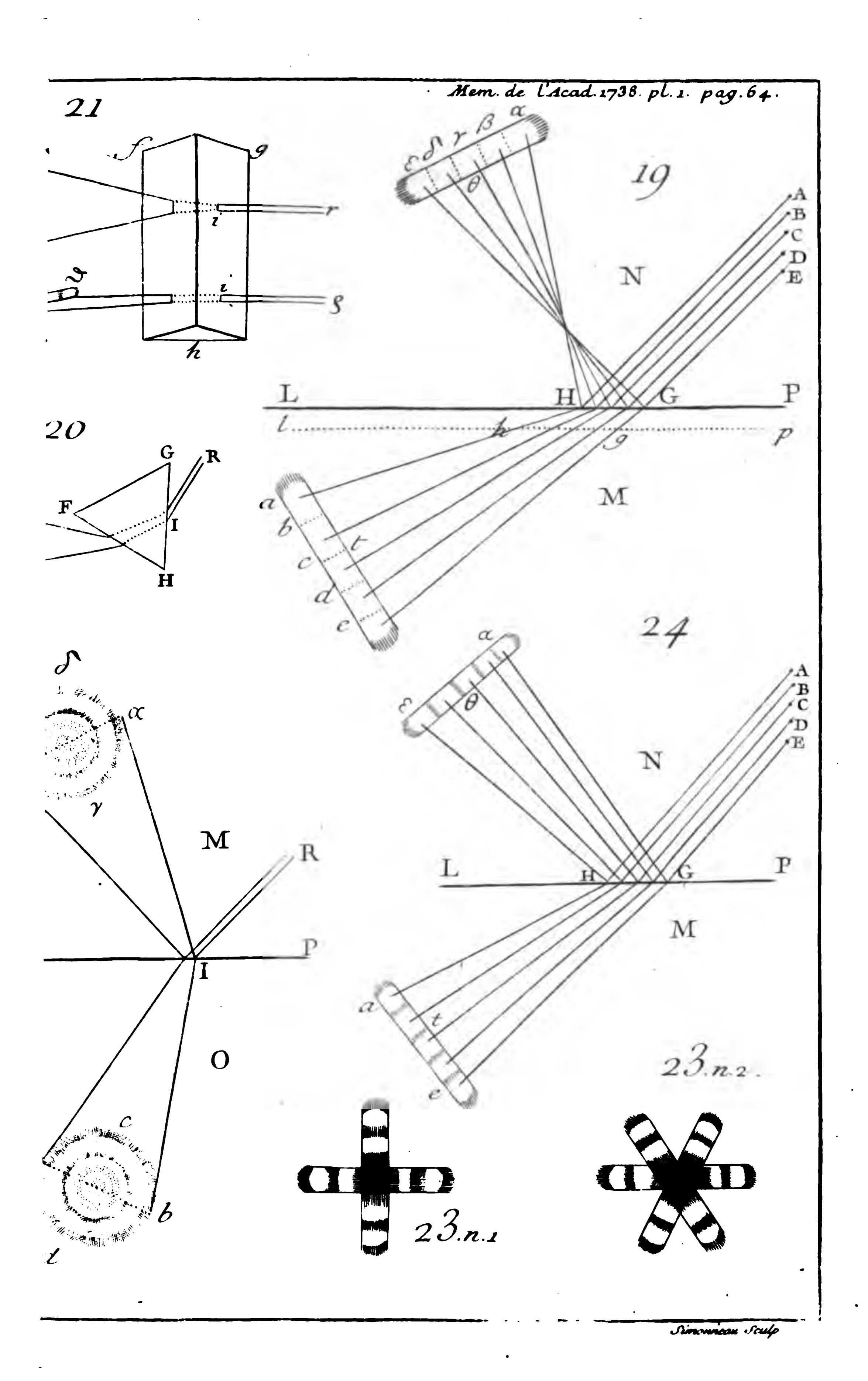
tomber sur la surface des corps polis de toute espece, transparents ou opaques, & de quelque figure qu'ils soient, plane, convexe, ou concave.

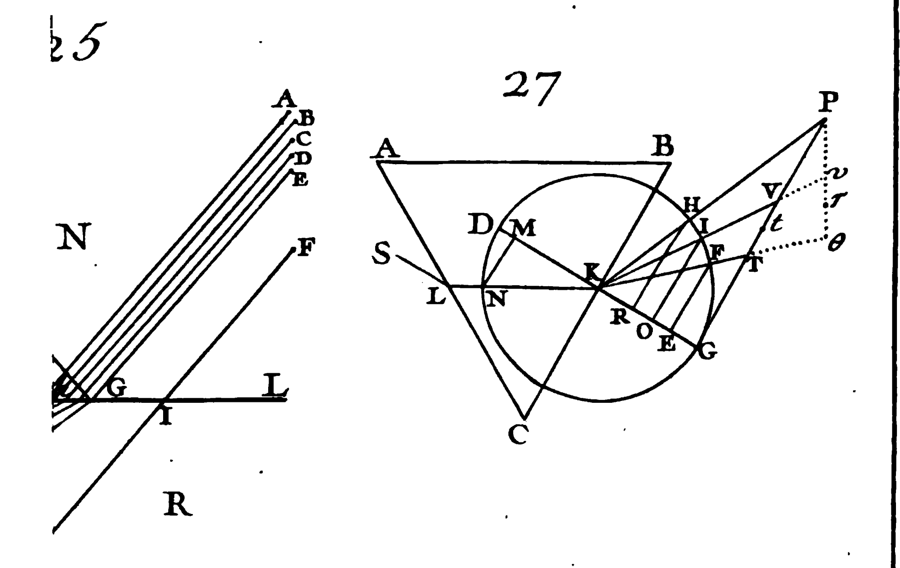
Entre plusieurs expériences par lesquelles on peut s'en convaincre, en voici une fort facile. Ayant disposé toutes choses dans la chambre obscure, comme pour l'expérience ordinaire de la Diffraction, excepté que le trou par où passe la lumiére doit être un peu plus grand, & d'environ un tiers de ligne, ou une demi-ligne de diametre, recevés cette lumiére à 6, 8, 10 ou 12 pieds de distance, sur une lame de cuivre, par exemple, qui soit bien poli, & faites la réfléchir obliquement sur un carton blanc, ou sur du papier endoit de blanc d'Espagne, comme celui qu'on prépare pour les Tablettes à écrire. Alors tournant le dos au volet d'où vient le jour, & regardant avec une loupe la lumiére réfléchie sur ce papier, vous la verrés comme un tissu de Mosaïque, ou comme une grosse Moire dont la chaîne seroit fréquemment interrompuë, & dont chaque brin seroit peint de bleu, de verd ou de jaune, & de rouge nuancés autant que le peut permettre la petite latitude des bandes de chacune de ces couleurs. Variés cette expérience par toutes les substances, & par toutes les figures qu'il vous plaira, vous retrouverés toûjours le même phénomene, à quelques différences près, provenant des figures & des inégalités physiques de la surface réfléchissante, selon qu'elle a été limée ou polie plus ou moins. Car il me paroît hors de doute, que ce nombre infini de petits Spectres ou de petites franges colorées, n'est dû qu'à la petite atmosphere quelconque qui enduit les grains du corps réfléchissant, & dans laquelle la lumiére souffre une double réfraction, avant que de venir tomber sur le papier, à peu-près comme dans les goutelettes de pluye qui nous font voir l'arc-en-ciel; sans quoi la simple réflexion ne la décomposeroit jamais en ses couleurs, comme on peut s'en convaincre par tout ce qui a été démontré précédemment sur la Reflexion.

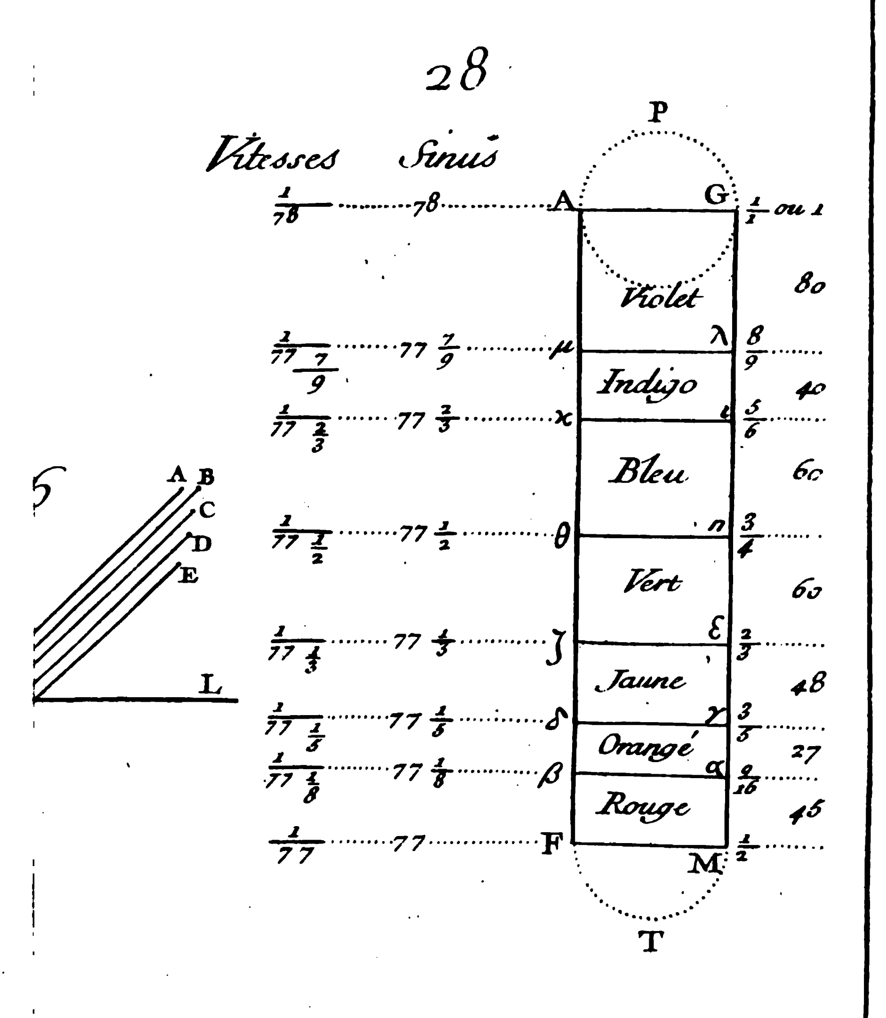
Du reste j'attribuë plûtôt cet effet à la petite atmosphere, qu'aux grains mêmes, ou aux parties anguleuses ou

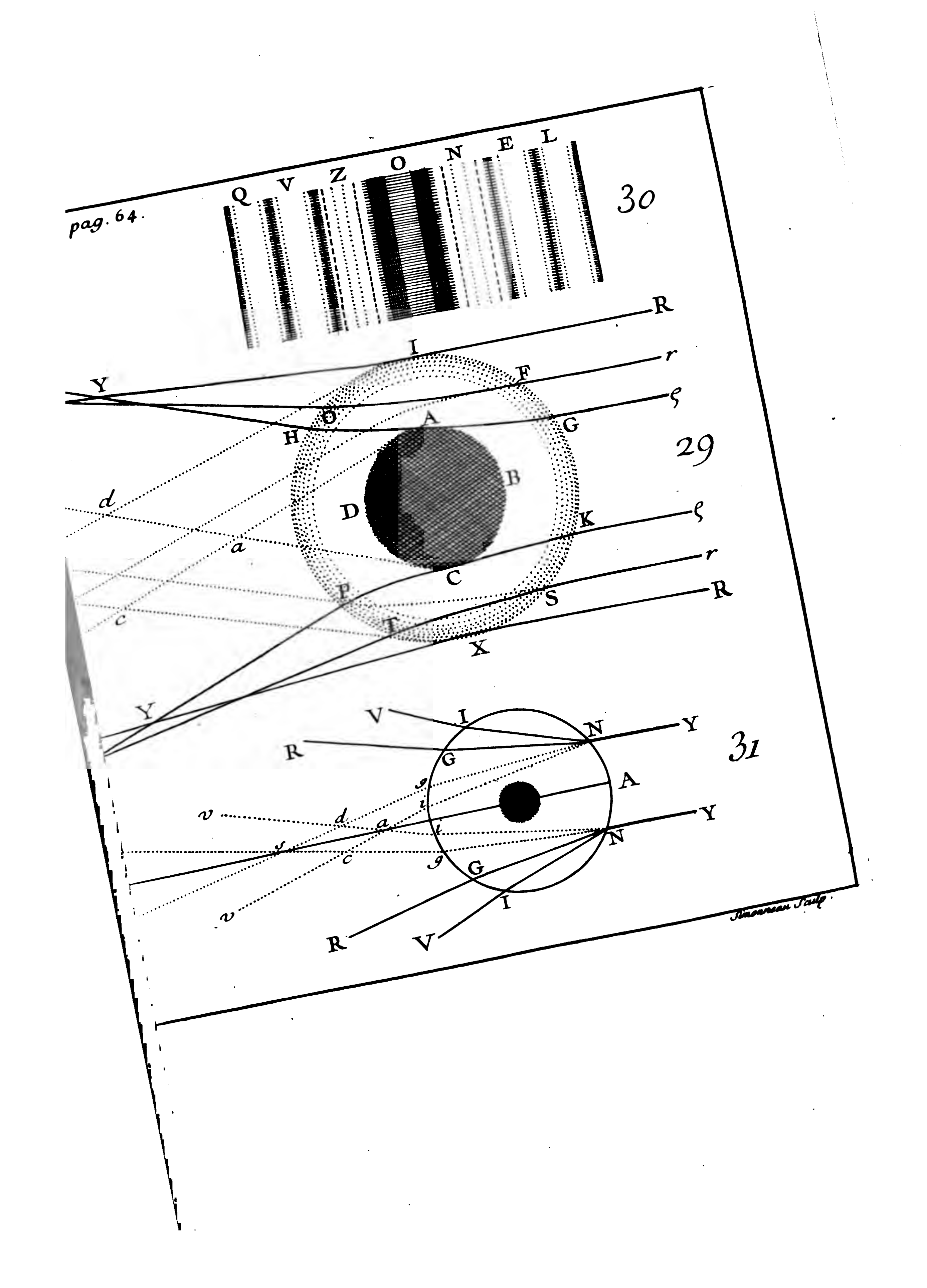
filamenteuſes de la matiére propre du corps, qui pourroient couvrir ſa ſuperficie, & que leur extrême ténuïté rendroit tranſparentes ; parce que la réfraction qui ſe manifeſte ici ne peut guére aller au-deſſus ou au-deſſous de celle de l'air à l'Ether. Mais nous ſçavons certainement que la réfringence de la plûpart des matiéres avec leſquelles on peut faire cette expérience auſſi-bien que celles de la Diffraction, comme le Verre, le Criſtal, &c. eſt de beaucoup plus grande, & ſe fait même vraiſemblablement en ſens contraire.

A l'égard de la réflexion totale, qui n'eſt dans tous ces cas, à la vûë ſimple, & hors de la chambre obſcure, qu'une lumiére proprement dite, & ſenſiblement aſſés denſe, malgré ce nombre infini d'éparpillements, & cette diſperſion de couleurs, j'eſpere montrer par d'autres expériences, & ſur le même fondement, qu'elle ne ſe fait pas non plus ſans une ſéparation de parties colorées, mais plus uniforme ; & qu'ainſi les Cauſtiques par réflexion qui en réſultent, lorſque la lumiére tombe, par exemple, ſur une ſurface polie cylindrique, ou ſphérique, concave, ſont colorées par leurs bords auprès & au de-là de leurs foyers, comme les Cauſtiques par réfraction, quoique d'une maniére différente quant aux circonſtances, à la latitude des bandes, & à l'ordre des couleurs. Je ne donnerai point ces expériences ſans examiner ce qu'on en peut conclure ſur les Téleſcopes par réflexion, en tant qu'ils remédient à l'*aberration* des rayons colorés. En attendant j'obſerverai, que lorſqu'il s'agit de certaines inductions délicates touchant les couleurs priſmatiques, on doit ſe défier des expériences qui en ont été faites par le moyen d'un rayon de lumiére réfléchi de deſſus un miroir plan de métal ſur le Priſme, ou ſur quelqu'autre milieu réfringent ou réfléchiſſant dont on a beſoin ; ainſi qu'on en uſe quelquefois pour éviter l'aſſujettiſſement des heures où le Soleil entre dans la chambre obſcure, de la hauteur & ſelon la direction requiſes, ou faute d'une chambre obſcure ſituée comme il convient. Car il y a certainement des cas, où les couleurs de réflexion dont je viens de parler pourroient cauſer bien des erreurs dans ces expériences,


Mem. de l'Acad. 1738. pl. 1. pag. 64.
21
f
g
r
i
i
s
h
19
α
β
γ
δ
ε
θ
A
B
C
D
E
N
L
H
G
P
l
k
g
p
M
a
b
c
d
e
t
20
G
R
F
I
H
24
α
ε
θ
A
B
C
D
E
N
L
H
G
P
M
a
t
e
δ
α
γ
M
R
P
I
O
c
b
t
23.n.2.
23.n.1
Simonneau Sculp


25
A
B
C
D
E
N
F
G
L
I
R
27
A
B
P
v
r
θ
V
t
H
I
D
M
S
K
F
T
L
N
R
O
E
G
C


28
Vitesses
Sinus
P
A
G
1/78
78
1/1 ou 1
80
Violet
λ
1/77 7/9
77 7/9
μ
8/9
Indigo
40
1/77 2/3
77 2/3
x
5/6
Bleu
60
1/77 1/2
77 1/2
θ
3/4
Vert
60
1/77 1/3
77 1/3
ζ
ε
2/3
Jaune
48
1/77 1/5
77 1/5
δ
γ
3/5
Orangé
27
1/77 1/8
77 1/8
β
α
9/16
Rouge
45
1/77
77
F
M
1/2
T
26
A
B
C
D
E
L


pag. 64.
Q V Z O N E L
30
R
I
r
Y
F
O
A
G
H
29
B
d
D
K
a
C
r
P
R
S
c
T
X
Y
V
I
N
Y
R
G
31
A
v
d
a
Y
N
c
G
I
v
R
V
Simonneau Sculp.

expériences, ou les rendre très-équivoques. Mais les détails dans lesquels il faudroit entrer pour expliquer, ou pour justifier plus particuliérement toutes ces choses, me conduiroient beaucoup au de-là des bornes que j'ai prescrites à ce Mémoire, & qu'il est temps de lui donner.

REMARQUES ET E'CLAIRCISSEMENTS PAR L'ANATOMIE COMPARE'E,

Sur plusieurs articles de la 2.de Partie du Traité de Borelli, de Motu Animalium, *imprimé à Rome 1681.*

PREMIER ME'MOIRE.

Par M. WINSLOW.

Sur le mouvement de la Respiration, Chapitre VII. Propos. LXXXI. jusqu'à la XC.e

J'EXAMINE en particulier dans ce Mémoire, les mouvements de dilatation & de contraction de la Poitrine, & les organes tant osseux que musculaires par lesquels on les execute. Et comme l'Auteur dans la première partie de son Traité, a déja fait quelques remarques sur les Côtes & sur les Muscles intercostaux, & parlé du Diaphragme & des Muscles du Bas-ventre, il sera nécessaire d'en rapporter l'extrait. 25 Janvier 1738.

Dans la Proposition LXXXIX. de cette premiére Partie, il fait observer: 1.° Que les Côtes se peuvent mouvoir & se tourner sur leurs appuis difficilement, & par un mouvement peu manifeste. 2.° Que les deux centres de leur mouvement ne sont pas stables, en ce que le Sternum, auquel est attachée la petite tête ou extrémité antérieure de chaque Côte, n'est pas ferme ou fixe, comme le sont les Vertebres de l'Epine du Dos, où est attachée la tête ou extrémité postérieure de

la même Côte. 3.° Que les Côtes ne conservent pas leur courbûre, mais sont comme des arcs dont les extrémités s'écartent un peu, ce qu'il explique ailleurs par ressort, & qu'ainsi non-seulement elles ont l'usage de levier à double appui comme l'os de la Mâchoire inférieure, mais qu'elles ont aussi le ressort d'arc, *vim arcûs*.

Dans la Proposition XC. de la même premiére Partie, après avoir rapporté une expérience pour conjecturer la force des Muscles intercostaux, qui étoit de soûlever un fardeau considérable appliqué à une vessie de Porc affaissée, en soufflant par la petite ouverture du cou de cette vessie : il est cependant vrai, dit-il, que dans un tel effort de souffle les Muscles du Bas-ventre concourent aussi avec le Diaphragme. *Verum est tamen, quòd in tali inflatione violenta concurrunt quoque musculi abdominis cum diaphragmate*, &c.

Dans la Proposition CXX. de cette premiére partie, il ne parle que de l'examen de la force des Muscles intercostaux, duquel examen il ne s'agit point pour le present.

Mais pour revenir aux Propositions de la seconde Partie du Traité de Borelli, indiquées dans le titre de mon Mémoire, voici la premiére.

PROPOSITION LXXXI.

Exponuntur Phænomena, quæ in motu Respirationis observantur.

» Exposition des Phénomenes qui s'observent dans
» le mouvement de la Respiration.

L'illustre Auteur, pour mieux traiter du méchanisme de ces mouvements, a trouvé à propos de commencer par les phénomenes qui s'y observent. Il n'en expose que six, sçavoir, 1.° Les alternatives de l'entrée ou intromission de l'air par les narines & par la bouche dans la cavité de la poitrine. 2.° Que les intervalles d'inspiration & d'expiration ne sont ni si fréquents, ni n'arrivent en même temps que les pulsations

du cœur. 3.° Qu'on peut volontairement accélérer, retarder, aggrandir ces alternatives, mais qu'on ne peut pas par la volonté les empêcher tout-à-fait sans être suffoqué & mourir. 4.° Que dans les animaux terrestres & dans les oiseaux la matiére de respiration ne peut être que l'air, & même l'air d'une consistance convenable. 5.° Que dans l'inspiration l'air s'insinuë dans les poumons & les gonfle, & que dans l'expiration ils se dégonflent. 6.° Mesurer au moyen d'un tuyau de verre & un peu d'eau de savon, la quantité d'air qui occupe la poitrine dilatée dans l'inspiration.

De ces six phénomenes il n'y a que le premier dont il s'agit présentement. Mais j'ai cru devoir y en ajoûter plusieurs autres qui m'ont paru mériter attention, & pouvoir encore donner lieu à quelques remarques particuliéres par l'Anatomie comparée, nonobstant la très-grande difficulté d'en expliquer une partie avec netteté. Les voici:

1. Quand on est couché sur un côté, les Côtes de ce côté sont arrêtées sans mouvement sensible, pendant que les Côtes de l'autre côté se meuvent continuellement. Ce qui arrive aussi, quand étant debout ou assis, on panche latéralement la Poitrine sans pancher en même temps la région lombaire; car alors les Côtes d'un côté sont comprimées les unes sur les autres, & par conséquent leur mouvement est fort diminué, pendant que celles du côté opposé continuent le leur.

2. On peut volontairement si fort serrer & rendre étroite la Poitrine, qu'elle quitte presque par-tout la chemise, & cesse de la toucher, de sorte qu'il y a comme un espace vuide tout autour entre la poitrine & la chemise; & alors les Côtes restent presque immobiles. On peut continuer ce serrement volontaire pendant un temps considérable, sans néantmoins discontinuer les réciprocations ordinaires de la respiration, qui alors ne sont extérieurement perceptibles que par un plus grand mouvement des Muscles du Bas-ventre.

3. Quoique par la volonté on puisse accélérer, augmenter, ralentir, diminuer ces vicissitudes, & qu'on ne puisse pas

les empêcher tout-à-fait, ſans ſuffoquer & mourir; néantmoins on peut volontairement ſi fort dilater la Poitrine, en écartant les Côtes & en avançant le Sternum, qu'un habit médiocrement juſte, devient étroit juſqu'au point de faire ſauter les boutons ou de crever. Les Côtes reſtent auſſi dans cet état comme immobiles, & on peut de même continuer cette dilatation volontaire pendant un temps conſidérable, ſans diſcontinuer les réciprocations ordinaires de la reſpiration, qui alors auſſi ne ſe ſont ſentir extérieurement que par les mouvements réciproques des Muſcles du Bas-ventre, mais plus foibles que dans le cas précédent.

4. Pendant les efforts pour ſoûtenir des fardeaux, pour pouſſer ou traîner quelque choſe avec violence, on trouve le mouvement alternatif des Côtes très-petit, & quelquefois entiérement arrêté; on peut néantmoins continuer quelque temps ces efforts ſans une diminution ſenſible de l'alternative ordinaire d'inſpiration & d'expiration.

5. Le même phénomene paroît ſe trouver continuellement, mais comme maladie, dans ceux dont la pleure eſt oſſifiée à l'entour, ou les Côtes anchyloſées, comme on l'a obſervé par la diſſection des Cadavres après la mort. On l'obſerve encore dans les Malades d'inflammation de la Poitrine. On y voit un grand mouvement de la voute du Bas-ventre, pendant qu'à peine on ſent celui des Côtes, que la douleur oblige d'arrêter.

6. On peut volontairement tenir pendant quelque temps les Muſcles du Bas-ventre par une violente contraction, roides, immobiles & comme enfoncés dans ſa capacité, ſans neantmoins empêcher l'alternative ordinaire de la reſpiration par le mouvement des Côtes, qui alors eſt plus grand & plus ſenſible que quand les mouvements réciproques des deux capacités, c'eſt-à-dire, de la Poitrine & du Bas-ventre, ſont dans leur liberté ordinaire.

7. On peut auſſi pendant quelque temps tenir la capacité du Bas-ventre fort pouſſé en avant, comme gonflée ou très-remplie, & néantmoins avec cela réciproquer la reſpiration

par le mouvement des Côtes, qui néantmoins est alors plus pénible que dans les autres phénomenes.

8. On peut, après une médiocre inspiration ou expiration, tenir la bouche fermée & les narines bouchées, sans respirer un nouvel air plus long-temps qu'à l'ordinaire, si pendant ce temps on a soin de mouvoir continuellement les Côtes comme quand on respire librement, & par ce moyen faire monter & descendre alternativement dans la cavité de la bouche & dans la Poitrine, l'air qui est resté enfermé.

9. Quand on fait lentement une grande expiration, on sent le ventre s'applatir par degrés; mais quand on la fait précipitamment, comme quand on tousse, qu'on éternuë, qu'on chasse un amas de flegme hors de la poitrine, ou quand on la fait avec effort, comme en chantant d'un certain ton, &c. on sent dans le même instant le ventre poussé en devant, & devenir plus ou moins gonflé avec une espece de dureté.

10. Les mouvements de respiration sont presque entiérement arrêtés pendant des efforts passagers plus ou moins violents, comme quand on soûleve un fardeau pesant, on rompt une corde, on pousse par embas des excréments durs, on appuye fortement la main, &c.

11. Ce qui arrive aux mouvements ordinaires de la respiration, quand on baille, on crache, on mouche, on vomit, on éternuë, & par le hocquet, &c. Je ne parle point ici des effets particuliers qui arrivent au reste du corps par les contraintes forcées des mouvements ordinaires de la respiration, comme quand on se force à crier, à chanter, à pleurer, à sanglotter, à jouer de certains instruments à vent, &c.

12. On peut ajoûter à ces phénomenes, ce que le serrement de la poitrine par les corps ou les corsets de femme, & ce que le serrement du ventre par les ceintures des postillons étant en course, produisent par rapport aux mouvements ordinaires de la respiration.

Je rendrai, le mieux qu'il sera possible, raison de tous ces phénomenes, après mes Remarques sur les Propositions de Borelli, qui concernent la méchanique du mouvement de la Respiration.

PROPOSITION LXXXIV.

Motus Inspirationis fit à Musculis intercostalibus & à Diaphragmate simul operantibus.

» Le mouvement d'Inſpiration ſe fait par les Muſcles » intercoſtaux & le Diaphragme coopérants » enſemble.

N'ayant trouvé aucune difficulté dans les deux Propoſitions précédentes, dont la LXXXII.e porte que les Poumons ne concourent à la Reſpiration que d'une maniére purement paſſive, & la LXXXIII.e marque en général que l'Inſpiration dépend de l'action des Muſcles, qui ſervent à rendre plus ample la cavité de la Poitrine, je les paſſe entiérement pour m'attacher à la LXXXIV.e Propoſition, dont je partagerai le Commentaire que Borelli fait là-deſſus, en trois articles: le I. ſur l'Inſpiration en général par les Muſcles intercoſtaux & le Diaphragme; le II. ſur l'excluſion des autres Muſcles, & le III. ſur les deux rangées des Muſcles intercoſtaux.

I. Article.

Borelli commence le Commentaire ſur cette Propoſition par attaquer l'opinion de ceux qui font dépendre de l'action du Diaphragme ſeul la Reſpiration douce & ſpontanée. Il fait obſerver que dans le repos nous ſentons très-manifeſtement en nous-mêmes l'élévation des Côtes & du Sternum, & que nous la voyons très-clairement dans ceux qui dorment. De-là il prétend prouver que l'Inſpiration ne ſe peut faire ſans le ſecours des Muſcles intercoſtaux, & que l'action du ſeul Diaphragme, au lieu de produire l'élévation des Côtes, l'empêcheroit plûtôt, & même rétréciroit la cavité de la Poitrine, en tirant vers le centre toutes les Côtes auxquelles le Diaphragme eſt attaché, & en abbaiſſant le Sternum auquel il tient auſſi. Enſuite il conclut en général que pour l'Inſpiration quelçonque *(ad quamlibet inſpirationem)* il faut

néceſſairement le concours & l'action commune des Muſcles intercoſtaux & du Diaphragme tout enſemble. Ce n'eſt pas ſeulement le mot *quamlibet* qui me fait dire qu'il conclut généralement, mais je ſuis encore plus porté à me le perſuader par la derniére concluſion de tout ce Commentaire, comme on verra ci-après.

REMARQUES.

Si Borelli avoit prévû le 2, le 4 & le 5me des phénomenes ajoûtés ci-deſſus, il n'auroit pas conclu d'une maniére générale, que l'Inſpiration ne ſe peut faire ſans la coopération des Muſcles intercoſtaux avec le Diaphragme. J'avois déja avancé dans l'Expoſition Anatomique (*Traité des Muſcles, n.° 1166. & 1167.*) « Que le mouvement du Diaphragme « ſe peut faire indépendemment de celui des Côtes, & par « conſéquent ſans le ſecours des Muſcles qui les meuvent; qu'on « peut inſpirer continuellement par le moyen du Diaphragme, « ſoit que les Côtes ſe meuvent, ſoit qu'elles reſtent immobiles, « ſoit que par leur moyen on tienne la Poitrine fort dilatée « pendant long-temps, ſoit que par le même moyen on la « tienne fort ſerrée ou rétrécie, & que cela n'empêche pas le « Diaphragme de faire ſes mouvements en même temps ». Alors je ne m'étois propoſé que de faire la ſimple expoſition de ce que je venois d'avancer, m'étant réſervé pour une autre occaſion de le prouver par les phénomenes que j'ai rapportés ici, & par l'explication anatomique de ces phénomenes. Je conviens avec Borelli, que l'inſpiration ſe fait naturellement & pour l'ordinaire par l'action des Muſcles intercoſtaux avec celle du Diaphragme, mais non pas que le concours des intercoſtaux ſoit néceſſaire à toute inſpiration, ou, ce qui revient au même, que l'inſpiration ne ſe puiſſe faire par le Diaphragme ſans le ſecours des intercoſtaux. Pour mieux entrer dans le détail de l'éclairciſſement ſur ce premier article du Commentaire de Borelli, il faut auparavant rapporter le contenu du ſecond.

II. Article de la LXXXIV.e Propoſition.

Borelli marque ici, comme en paſſant, qu'il lui paroît impoſſible que les deux rangées de Fibres qui ſe croiſent dans les Muſcles intercoſtaux, ayent différents uſages ; ſçavoir, que les unes ſervent à dilater la Poitrine & à l'inſpiration, & que les autres ſerrent la Poitrine, & produiſent l'expiration. Et après avoir rapporté deux raiſons par leſquelles il prétendoit en montrer l'inconvénient, il termine ainſi cet article : Il faut donc dire que toutes les Fibres croiſées qui attachent deux Côtes voiſines, produiſent un ſeul effet, ſçavoir le ſerrement & l'approximation mutuelle de ces Côtes, ce qui ſe fera par la même néceſſité par laquelle des fils obliques inclinés vers les parties oppoſées, ſoûlevent perpendiculairement à l'horiſon le poids auquel ils ſont attachés. *Dicendum eſt igitur quòd omnes fibræ decuſſatæ proximas coſtas colligentes, unicum effectum producunt, conſtrictionem nempe & mutuam approximationem earumdem coſtarum ; quod efficietur eâdem neceſſitate, quâ obliquis filis inclinatis ad oppoſitas partes trahitur pondus appenſum per directionem perpendicularem ad horizontem, ut ſupra oſtenſum eſt.*

REMARQUES.

Comme Borelli traite encore des Muſcles intercoſtaux dans la XC.e Propoſition, il me paroît plus convenable d'y renvoyer mes Remarques ſur ces Muſcles.

III. Article de la LXXXIV.e Propoſition.

Enſuite Borelli combat le ſentiment, que les deux rangs des Muſcles intercoſtaux ont différents uſages. Mais comme ce qui ſuit cet article a plus de liaiſon avec le premier, j'en ferai le ſecond, & je remettrai pour le troiſiéme ſon raiſonnement particulier ſur les Muſcles intercoſtaux.

Qu'après cela, dit Borelli, il faille avoir recours aux ſix Muſcles dentelés pour faire l'inſpiration violente, je n'oſerois l'aſſûrer ; car les deux grands Dentelés étant attachés à la baſe des

des Omoplates, tirent plûtôt l'Omoplate en bas que les Côtes en haut. Les deux Dentelés postérieurs-supérieurs paroissent redresser les trois Vertebres du Col auxquelles ils sont attachés. Les Dentelés postérieurs-inférieurs, selon l'aveu des Anatomistes modernes, resserrent la Poitrine, & par conséquent ne servent point à l'inspiration. Reste uniquement le Triangulaire du Sternum qu'on peut compter parmi les intercostaux.

Les autres Muscles de la Poitrine, continuë Borelli, ne servent pas à l'inspiration, comme l'avouent tous les Anatomistes. Ceux de l'Abdomen peuvent seulement serrer *(constringere)* le Bas-ventre, pousser vers en haut les Visceres qui y sont renfermés, & par-là empêcher la descente du Diaphragme & la dilatation de la Poitrine, & ainsi produire l'expiration plûtôt que l'inspiration. C'est ce que nous éprouvons, dit-il, en nous-mêmes par le Tact; car dans le mouvement de secousse par la Toux, le Bas-ventre devient serré *(stringitur)* par ses Muscles, non pas dans le moment que par l'inspiration nous faisons entrer une grande quantité d'air, mais quand après cela nous faisons avec beaucoup d'impétuosité l'expiration & l'expulsion de l'air, afin que moyennant cette expulsion rapide les flegmes se détachent de la Trachée, & soient chassées dehors par le crachement.

Donc, conclut-il, à l'exclusion de tous les autres Muscles, restent seulement les intercostaux avec le Diaphragme auxquels l'action de l'inspiration convienne *(quibus actio inspirationis competat)*.

Et je ne me mets pas en peine, continuë-t-il, de l'opinion vulgaire, que pour faire l'inspiration la plus violente *(violentissimam)* les Muscles intercostaux avec le Diaphragme ne pourroient suffire sans le secours des Muscles pectoraux (c'est ainsi qu'il nomme en général les Muscles qui environnent la Poitrine); car je vois que les mêmes Muscles de la Main qui soûtiennent le petit poids d'une once, peuvent aussi soûtenir le grand poids de cent livres, & que les Muscles de la Mâchoire, qui employent peu de force pour mâcher du pain

mollet, en employent une très-grande pour casser les os durs; laquelle diversité ne dépend pas de la multitude ou pluralité inégale des Muscles, mais seulement de l'inégale force mouvante par laquelle ces mêmes Muscles sont en action (*agitantur*).

De tout ceci, dit à la fin Borelli, il est permis de conclurre que le mouvement d'inspiration, soit douce & naturelle, soit violente, se fait seulement par les Muscles intercostaux & le Diaphragme, opérants ensemble. *Ex his omnibus concludere licet, quòd motus inspirationis, sive placidus & naturalis, sive violentus, perficitur solummodò à musculis intercostalibus & à diaphragmate simul operantibus.*

REMARQUES.

Pour bien éclaircir les différents points qui se présentent dans ces trois articles, il est d'abord fort à propos d'examiner avec toute l'exactitude, par l'Anatomie, les usages des autres Muscles qui, outre les intercostaux & le Diaphragme, sont aussi attachés aux Côtes, & cela pour sçavoir si quelques-uns de ces usages, & lesquels peuvent, d'une maniére ou d'autre, plus ou moins influer sur le mouvement des Côtes, ou y concourir, soit pendant l'action des Muscles intercostaux, soit indépendemment de l'action de ces Muscles.

Borelli, comme on vient de voir, parle des grands Dentelés, des Dentelés postérieurs-supérieurs, des Dentelés postérieurs-inférieurs, & des Muscles de l'Abdomen ou Bas-ventre. Il y fait aussi mention du Muscle triangulaire, mais il le met au rang des Muscles intercostaux. Il faut encore y adjoûter les Scalenes, les grands Pectoraux, les petits Pectoraux, les Soûclaviers, les longs Dorsaux, les Sacro-lombaires, les quarrés des Lombes, & même les Surcostaux, appellés communément les Releveurs des Côtes, & les Soûcostaux. Mais comme il ne s'agit pour le présent que du mouvement de l'inspiration, je me bornerai dans cet article aux Scalenes, aux Soûclaviers, aux grands Dentelés, aux grands Pectoraux, aux petits Pectoraux, aux grands Dorsaux, & aux Dentelés

postérieurs-supérieurs; réservant pour la Proposition XC. les Surcostaux, les Intercostaux, & le Diaphragme, après des remarques sur l'artifice des Côtes, & sur la comparaison que Borelli en fait avec des arcs ou demi-cercles appuyés obliquement sur une muraille.

Je renverrai pour les Propositions suivantes, qui regardent l'Expiration en particulier, les autres Muscles, sçavoir, les Soûcostaux, les Sternocostaux, appellés communément le Triangulaire, les Dentelés postérieurs-inférieurs, les Muscles de l'Abdomen ou du Bas-ventre, les Sacro-lombaires, les longs Dorsaux, & les quarrés des Lombes.

Je finirai cette matiére par l'Anatomie comparée dans les Remarques sur la XCV. Proposition de Borelli, où il en donne quelques exemples d'une maniére très-succincte.

1. LES MUSCLES SCALENES. Il y en a communément quatre, deux à chaque côté, placés latéralement le long des vertébres du col, différemment attachés ensemble aux apophyses transverses de ces vertébres par plusieurs extrémités, & ensuite aux deux Côtes supérieures de chaque côté par quatre portions plus ou moins partagées, sçavoir, par deux portions à la premiére Côte, & par deux à la seconde. J'avois d'abord placé dans mon Exposition Anatomique, (*Traité des Muscles, n.º 674.*) les Scalenes sous le titre des Muscles qui servent aux mouvements de la Respiration; mais en parlant de leurs usages, n°. 1152, je les ai renvoyés parmi ceux qui servent aux mouvements du col, comme on le peut voir, n.° 1192, & cela principalement à cause de la roideur naturelle de la portion cartilagineuse de la premiére Côte, & à cause de la soûdure intime de ce gros & large cartilage avec le haut du Sternum; deux particularités qui ne se trouvent pour l'ordinaire aux portions cartilagineuses des autres Côtes, que par accident, & dans les Vieillards.

J'ai manqué alors de restreindre cette remarque à la premiére Côte de chaque côté, & aux portions du premier Scalene ou Scalene antérieur; car les portions du second, ou postérieur, étant attachées à la seconde Côte de chaque côté,

& le cartilage de cette Côte étant assés mobile, tant par sa flexibilité que par son articulation libre avec le Sternum, ces portions du second Scalene pourroient concourir & aider à soûlever & à soûtenir dans l'inspiration la seconde Côte, mais non pas la premiére. J'ai de plus fait attention, que les attitudes mêmes, qui alors m'y avoient paru contraires, (n.° 1152.) n'empêchent pas tant ces portions d'agir par les plus inférieures de leurs attaches aux vertebres du col. D'ailleurs, on s'efforce ordinairement dans les inspirations pénibles & profondes, de tenir le col plus ou moins dressé, & comme porté en arriére. Ainsi voilà deux Muscles qui paroissent ne pas devoir être totalement exclus du nombre de ceux qui servent au mouvement de l'inspiration.

2. LES MUSCLES SOUCLAVIERS. Je crois avoir démontré assés solidement dans mon Mémoire de l'année 1726, sur les mouvements ordinaires de l'Epaule, p. 190, &c. la nullité entiére de leur usage pour la respiration, & cela à raison de leurs attaches aux gros cartilages immobiles des premiéres Côtes, dont je viens de parler, & à raison de leur direction, comme on le peut voir plus au long dans le Mémoire cité.

3. LES GRANDS DENTELÉS. J'ai exposé très-amplement la structure & les attaches de ces Muscles dans les Mémoires de l'année 1719, p. 60, &c. où après avoir dit, que parmi les plus célébres Anatomistes, les uns les destinent au mouvement des Côtes, les autres à celui des Omoplates, & quelques-uns à tous les deux, je me suis borné à marquer en général, que le développement exact de leur structure, de leurs attaches, & de la direction de leurs fibres, m'avoient paru en faire la décision.

Et après avoir répété la même remarque générale dans les Mémoires de 1726, p. 186, & démontré que ces Muscles ne servent qu'aux mouvements de l'Omoplate, je me contentois alors d'avoir fait entrevoir par ces deux Mémoires, que la plus grande & la plus forte portion de chacun de ces deux Muscles est tellement disposée, qu'elle ne peut absolument

pas lever les Côtes, & que la petite portion, qui dans quelques sujets, semble pouvoir lever les derniéres de ces Côtes, est très-mince, très-foible, & est à peine la dixiéme partie de chacun de ces Muscles.

Je ne me suis pas non plus étendu là-dessus dans l'exposition Anatomique du Corps humain, *(Traité des Muscles, n.° 909)* où je marque seulement que l'on voit par tout ce que j'y venois de dire, que le Muscle grand Dentelé ne peut pas servir à la respiration.

Cela paroît très-évidemment & très-manifestement dans le Sujet même, sur-tout étant disséqué de la maniére que j'ai proposée à la fin du Mémoire de 1719, p. 53. Mais parmi toutes les Figures que l'on a données dans les Tables Anatomiques, tant modernes qu'anciennes, je n'en ai pas trouvé une seule, qui puisse suffire pour le démontrer. J'ai exposé au même endroit de ce Mémoire, l'inconvénient de la dissection ordinaire, & je trouve la même difficulté pour en donner une figure satisfaisante, à moins de suivre la même idée, & n'y pas représenter toute l'étenduë de l'Omoplate, qui couvre une grande partie de l'arrangement particulier des fibres de ce Muscle, mais uniquement en marquer la position postérieure, appellée communément la base de l'Omoplate, à laquelle toutes ces fibres sont attachées.

Mais pour revenir à son usage, un peu d'attention sur le croisement de ses fibres & de ses bandes charnuës avec la plûpart des Côtes, fera, ce me semble, assés comprendre qu'il ne peut point servir au mouvement de l'inspiration. Car les fibres & les bandes dont les attaches occupent les trois premiers quarts de la base de l'Omoplate, montent obliquement & croisent par degrés les Côtes supérieures. Celles qui suivent, & dont les attaches occupent le dernier quart de la même base, vont moins obliquement, & quoiqu'elles deviennent de plus en plus transversales, elles croisent aussi les Côtes suivantes, parce que ces Côtes sont à contre-sens plus obliques de haut en bas que les précédentes. Les derniéres ou les plus inférieures de ces bandes charnuës, & qui sont

très-minces, deviennent par degrés de plus en plus conformes à la direction des côtes; & dans quelques sujets la derniére de toutes paroît tant soit peu croiser la pénultiéme de ces Côtes, & descendre à contre-sens pour s'attacher à la derniére.

On voit par cet abregé, dont on trouve le détail plus au long dans le Mémoire de 1726, & dans l'Exposition Anatomique du Corps humain, que la plus grande portion de ce Muscle est disposée comme pour abbaisser les Côtes, qu'une bonne partie ne peut ni hausser ni baisser les Côtes auxquelles elle est attachée, & que les derniéres bandes, quand même elles descendroient un peu plus bas que les précédentes, ne le peuvent pas non plus n'étant pas assés éloignées par leur direction, & étant trop foibles pour pouvoir contre-balancer les Muscles du Bas-ventre, qui sont attachés aux mêmes Côtes, & avec lesquels elles sont entrelacées par des digitations réciproques. D'ailleurs l'Omoplate est trop vacillant, sur-tout son angle inférieur, pour pouvoir servir de point fixe, sur lequel le grand Dentelé pût agir dans le mouvement des Côtes.

Le Muscle Rhomboïde, diroit-on, qui attache la base de l'Omoplate aux Vertebres, pourroit fixer l'Omoplate, & en le tirant obliquement de bas en haut vers les Vertebres, lui faire tirer par la même direction les derniéres bandes du grand Dentelé, & par ce moyen hausser au moins les derniéres Côtes. Mais on verra encore par ce que j'ai dit plus au long dans le même Mémoire de 1726, que le Rhomboïde, muscle très-mince, n'est qu'un auxiliaire du grand Dentelé, dont il dépend principalement de fixer l'Omoplate, & cela par sa grande portion qui est attachée aux Côtes supérieures; & qu'ainsi toutes ces Côtes supérieures seroient alors tirées en bas par la plus grande & la plus forte portion du grand Dentelé, pour qu'en même temps les derniéres Côtes pussent être tirées en haut par la plus foible partie de la petite portion du même Muscle. En un mot, j'ai démontré dans le Mémoire cité, que les grands Dentelés ne servent qu'aux mouvements ordinaires de l'Omoplate, sans aucune relation avec les mouvements de la respiration; ce qui paroît évidemment par

l'exemple que j'y ai cité de leur usage dans les quadrupedes, quand ils sont debout sur les quatre pattes & quand ils marchent; car alors la portion antérieure de leur corps est suspendue entre ces deux Muscles comme en écharpe, ou comme dans le creux d'un lit de sangle plié à moitié.

Tout ceci prouve que les grands Dentelés sont avec raison exclus par Borelli, du mouvement des Côtes pour l'inspiration, quoiqu'attachés à la plûpart des Côtes.

4. LES GRANDS PECTORAUX. Ce sont deux grands Muscles rayonnés qui couvrent presque tout le devant de la Poitrine depuis les clavicules & le long du Sternum, d'où ils vont en se retrécissant vers le creux de l'aisselle de chaque côté, & s'attachent à l'os du bras à quelque distance au-dessous de son articulation avec l'Omoplate. Outre leurs attaches aux clavicules, ils sont attachés par portions séparées ou digitations aux cartilages & aux extrémités osseuses de toutes les vrayes Côtes, de la premiére des fausses, & quelquefois de la seconde. Par cet arrangement de leurs digitations ou bandes, ils croisent les Côtes supérieures de bas en haut, & les inférieures à contre-sens de haut en bas, & cotoyent plus ou moins celles qui tiennent le milieu.

Il paroît évidemment par cette disposition, & encore plus par le défaut de point fixe du côté du bras, que les grands Pectoraux ne peuvent servir au mouvement des Côtes, ni pour la respiration en général, ni pour l'inspiration en particulier.

5. LES PETITS PECTORAUX. Ce sont deux petits Muscles rayonnés, dont chacun est attaché aux extrémités osseuses de la seconde, troisiéme & quatriéme des vrayes Côtes par autant de digitations séparées, de-là ils montent obliquement, & en se retrecissant vers le haut de l'Omoplate, & s'attachent au bec coracoïde par un tendon court & fort. On a voulu mettre ces deux Muscles au nombre de ceux qui servent à la respiration, s'imaginant qu'en certains cas on pourroit tenir l'Epaule assés ferme pour servir de point fixe à ces Muscles, & par-là lui faire lever les Côtes. Mais comme le grand

Dentelé eſt le principal organe pour fixer ou arrêter l'Omoplate, & que cela dépend en partie de ſes attaches aux mêmes Côtes, par leſquelles attaches il empêcheroit alors l'élévation des Côtes, il paroît aſſés évident que les efforts du petit Pectoral ſeroient inutiles. Par conſéquent c'eſt auſſi avec raiſon que Borelli exclut les petits Pectoraux du mouvement de l'inſpiration.

6. LES GRANDS DORSAUX. Ce ſont auſſi des Muſcles rayonnés, qui depuis leur attache étroite à l'Os du bras, deſcendent en s'épanouiſſant ſur le bas du dos, ſur la région lombaire, & ſur les hanches. Il s'attache outre cela par des digitations aux trois, & quelquefois aux quatre derniéres des fauſſes Côtes. Ces attaches ſe rencontrent & s'entrelacent avec les derniéres digitations du Muſcle oblique externe, ou grand oblique du Bas-ventre.

Vide §29. & Acad. 1726. p. 195.

J'ai dit dans mon Mémoire de 1726, que la connexion de ce Muſcle avec les fauſſes Côtes, fait que la reſpiration eſt gênée, quand par ſon moyen on tire (pouſſe) avec effort le bras en bas pour appuyer la main ſur quelque choſe; par exemple, quand on imprime un cachet, & quand on s'appuye par la main ſur une canne un peu baſſe ou courte, & l'avant-bras tendu en bas. Mais il ne paroît pas pour cela que ce Muſcle puiſſe contribuer au mouvement ordinaire de l'inſpiration par l'élévation des Côtes auxquelles il eſt attaché, ſi l'on fait attention que le bras par ſa grande mobilité, & par ſon expoſition fréquente à toutes ſortes de mouvements, n'eſt pas en état de pouvoir lui ſervir de point fixe pour tirer les Côtes en haut, & le faire concourir à l'inſpiration, excepté peut-être quand on hauſſe les épaules pour faire une inſpiration profonde; car pendant qu'on demeure ſuſpendu par les bras, comme en grimpant, &c. les attaches de ce Muſcle aux derniéres Côtes, ſont contre-balancées par leur rencontre & entrelacement avec les attaches du grand Muſcle oblique à ces mêmes Côtes, de ſorte que dans ce cas-là, ces Côtes ne montent ni ne deſcendent, & cette portion du grand Muſcle oblique devient comme la continuation ou l'allongement de

la portion

la portion dentelée du grand Dorſal ; & par conſéquent, ces deux portions font enſemble l'office d'une ſeule corde attachée par un bout à l'os du bras, & par l'autre bout ſur le devant de l'os du baſſin. La même choſe ſe trouvant ſur les deux côtés, il en réſulte, que dans l'attitude mentionnée, le corps eſt ſuſpendu comme en équilibre par quatre cordages, ſçavoir en devant par les deux composés dont je viens de parler, & en arriére par les deux autres portions correſpondantes des mêmes grands Dorſaux. Je n'avois pas encore fait cette remarque, ni dans le Mémoire de 1726, ni dans l'Expoſition Anatomique.

Tout ce que je viens de faire remarquer ſur ces Muſcles, paroît encore aſſés prouver qu'ils ne ſont rien au mouvement ordinaire de l'inſpiration, & que leur excluſion par Borelli, eſt juſte.

7. LES DENTELÉS POSTÉRIEURS-SUPÉRIEURS. Ce ſont des Muſcles bien minces, attachés chacun par une aponévroſe large aux deux ou trois derniéres Vertebres du Col, & aux deux Vertebres ſupérieures du Dos, d'où ils vont obliquement en bas s'attacher pour l'ordinaire aux trois ou quatre des Côtes ſupérieures au-deſſous de la premiére Côte, & cela par autant d'extrémités ſéparées, appellées digitations ou dentelûres : par cette diſpoſition, ils paroiſſent pouvoir aider à lever ces Côtes, & ainſi ſervir à l'inſpiration. Si dans quelques ſujets il s'en trouve une portion attachée à la premiére Côte, elle paroîtroit plûtôt ſervir aux Vertebres du Col qu'à cette Côte, qui à cauſe de la largeur de ſa portion cartilagineuſe, & de ſa connexion intime avec le Sternum, eſt preſque immobile.

Borelli ne parle que de leur attache aux trois Vertebres du Col, & apparemment n'avoit-il pas fait attention ſur leurs attaches aux Vertebres du Dos, ou pour mieux dire, peut-être n'en avoit-il pas eu connoiſſance; car il les auroit, pour le moins en partie, exemptés de l'excluſion générale par laquelle il termine la LXXXIV.e Propoſition.

Ainſi de ſept paires de Muſcles attachés aux Côtes, en voilà deux dont quelques portions peuvent concourir à

l'inſpiration avec les intercoſtaux & le Diaphragme, comme il ſera démontré ci-après par l'Anatomie comparée.

Les Remarques que je pourrois faire ſur cet article, ſeront mieux placées avec celles que je ferai ſur la XC.e Propoſition, où Borelli en parle encore, & s'étend en particulier ſur la méchanique des Côtes auxquelles ces Muſcles ſont attachés.

Propoſitions LXXXV. LXXXVI. LXXXVII. LXXXVIII. & LXXXIX.

Borelli avertit à la fin de la LXXXIV.e Propoſition, que pour faire comprendre l'opération méchanique de la Reſpiration, il ſera néceſſaire de faire précéder quelques Lemmes. C'eſt ce qu'il fait dans les cinq Propoſitions ſuivantes, & expoſe dans la derniére, ou LXXXIX.e l'exemple de deux rangées d'arcs élaſtiques, arrêtées vis-à-vis l'une de l'autre par un bout à une colonne ou à un mur, & par l'autre bout à une piéce mobile, qu'il appelle *Lignum amovibile*, de maniére que ces arcs ſoient inclinés ſur la colonne, & que les deux rangées ſoient inclinées l'une vers l'autre. Sur cela il dit, 1.° Que les ſommets de ces arcs étant tirés en haut avec effort, les deux rangées s'écarteront l'une de l'autre; ce qui augmentera en largeur leur intervalle. 2.° Que ces mêmes ſommets étant tirés obliquement vers leurs parties internes, c'eſt-à-dire, en dedans les uns vers les autres, en obligeront les extrémités mobiles de ſe redreſſer un peu; ce qui éloignera de la colonne ferme ou du mur la piéce mobile, & par-là rendra plus grand l'eſpace ou intervalle entre la colonne ou le mur & la piéce. 3.° Que les extrémités attachées à la colonne ferme, ou au mur, ne pouvant pas ſuivre ces mouvements forcés, les autres extrémités qui ſont attachées à la piéce mobile, feront par le même effort obligées de monter plus haut, & feront auſſi monter avec elles la piéce mobile; ce qui augmentera en hauteur ou profondeur l'eſpace compris entre la colonne ferme, les deux rangées des arcs & la piéce mobile. 4.° Que ces arcs n'étant plus forcés ou comprimés, reprendront leur

assiette ou situation ordinaire, ce qui reserrera de nouveau tous ces intervalles. Ce que Borelli démontre plus au long par plusieurs Figures.

Après cela Borelli termine la Proposition LXXXIX, qui qui est la derniére des cinq mentionnées ci-dessus, par ces paroles : *His præmissis, facilè modum mechanicum, quo inspiratio absolvitur, exponemus.*

C'est ce qui me détermine à remettre aussi mes Remarques là-dessus après la Proposition suivante, pour mieux confronter la méchanique de ces arcs avec la méchanique des Côtes, & avec celle de leurs mouvements par les Muscles dans l'Inspiration.

PROPOSITION XC.

Contractis Musculis intercostalibus unà cum Diaphragmate, necessariò Pectoris cavitas ampliari, & aër inspirari debet.

» Les Muscles intercostaux & le Diaphragme étant
» conjointement en contraction, la cavité de la
» Poitrine doit nécessairement devenir plus ample,
» & l'air doit y entrer par l'Inspiration.

Borelli, pour expliquer cette Proposition, employe présentement les mêmes Figures qu'il vient d'employer pour la démonstration du méchanisme des Arcs. Il compare les Côtes avec ces Arcs par rapport à leur courbûre, leur forme & leur ressort; il compare l'Epine du Dos avec la colonne ferme ou le mur, & le Sternum avec la piece mobile.

Pareillement, dit-il, les extrémités postérieures des Côtes sont attachées fermement *(tenaciter affiguntur)* aux Vertebres qui forment la colonne de l'Epine ; leurs extrémités antérieures & cartilagineuses tiennent moins fermement au Sternum qui est mobile, & peuvent à cause de cela facilement se laisser fléchir, soûlever & s'écarter conjointement avec le Sternum qui est mobile. Les douze Côtes de chaque côté

forment deux rangées tournées en bas, & également inclinées sur le plan compris entre l'Epine du Dos & le Sternum.

Les Muscles intercostaux croisés étant en action, tirent vers en haut par leur contraction les circonférences des Côtes; ce qui élargit, dit-il, la cavité de la Poitrine, en augmentant la distance entre les deux côtés. Le Sternum monte sensiblement vers en haut avec les Côtes, & par-là il s'éloigne de la colonne stable de l'Epine; d'où il s'ensuit que la cavité de la Poitrine augmente en deux sens, sçavoir depuis le côté droit jusqu'au côté gauche, & depuis la partie postérieure de la Poitrine jusqu'à la partie antérieure. Reste seulement la hauteur ou profondeur de la Poitrine, qui, selon Borelli, augmente aussi de la maniére suivante:

La circonférence du Diaphragme, continuë Borelli, étant attachée aux Vertebres, aux extrémités osseuses & cartilagineuses des Côtes inférieures & au Sternum, & le centre de ce même Diaphragme étant suspendu par le Mediastin & par le Péricarde, il en résulte dans ce Muscle, quand il agit par le raccourcissement de ses demi-diametres fibreux *(decurtando semi-diametros fibrosas)* deux effets: 1.° Les extrémités cartilagineuses flexibles des Côtes inférieures, étant tirées vers l'Abdomen, le Diaphragme devient tendu, & la hauteur ou profondeur de la Poitrine s'allonge vers le Bas-ventre, & par-là il se fait une compensation de la petite élévation de la Poitrine vers la gorge. 2.° Le Diaphragme étant abbaissé, perd sa courbûre & s'applanit, ce qui augmente nécessairement la capacité de la Poitrine, & en rend la figure semblable à un sphéroïde ou à un œuf coupé par le milieu, &c. Donc par l'action des Muscles intercostaux & du Diaphragme, la cavité de la Poitrine doit nécessairement s'élargir, l'air par sa pesanteur & son ressort s'insinuer dans la Poitrine vuide *(exinanitum)*, & le mouvement de l'inspiration s'executer.

REMARQUES.

I. Article : sur les Côtes.

Borelli ayant considéré que la cavité de la Poitrine, pour faire le mouvement d'inspiration, augmente plus ou moins en trois différents sens, sçavoir de côté & d'autre, de derriére en devant, & en profondeur ou hauteur, a ingénieusement inventé la machine des Arcs élastiques, posés & attachés de la maniére que je viens de rapporter, & a cru en pouvoir faire l'application aux Côtes, pour expliquer leur mouvement simultanée en plusieurs sens différents. J'ai fait voir par mon Mémoire de 1720, que la méchanique naturelle & très-simple de l'articulation particuliére des Côtes produit seule cet effet, & le peut même produire indépendemment de leurs portions cartilagineuses. Car j'ai averti exprès à la fin de ce Mémoire, que je me bornois alors aux portions osseuses des Côtes, & en réservois le reste pour une autre occasion.

La méchanique artificielle de Borelli ne me paroît aucunement pouvoir s'accorder avec la méchanique naturelle des Côtes, & je suis persuadé que si ces petites circonstances que j'ai fait remarquer, & qui d'ailleurs sont très-visibles, avoient été considérées, ni lui, ni personne après lui, n'auroit employé de cette façon l'exemple des Arcs élastiques pour expliquer ce mouvement particulier des Côtes. Mais pour me mieux faire entendre, il sera nécessaire d'éclaircir auparavant ce que j'ai avancé trop succinctement là-dessus dans le Mémoire de 1720. Je m'y suis contenté de faire faire attention à l'articulation ginglymoïde ou en charniére des extrémités postérieures des Côtes, à l'obliquité des deux plans latéraux de l'Epine du Dos, sur lesquels ces extrémités ginglymoïdes ou charniéres roulent, à l'obliquité ou l'inclinaison de la plûpart des Côtes, & à leur courbûre en arriére; mais je ne m'y suis pas bien expliqué sur l'obliquité de ces charniéres sur les mêmes plans obliques, pour faire comprendre ce que j'avois inféré de-là, en disant que « cette disposition produit trois

» sortes d'écartement quand on leve les Côtes, & autant de » rétrécissement quand on les rabbaisse ». Car sans cette obliquité des articulations ginglymoïdes, le mouvement des Côtes n'auroit pas pû se faire en trois sens différents, comme j'ai dit, mais uniquement en deux. Il n'y a rien de si facile que de le montrer dans le Sujet naturel ou sur le Squelette, mais il est difficile d'en faire la description d'une maniére bien intelligible, & il sera plus aisé par quelque changement de la Machine de Borelli que par des Figures sur le papier, de représenter la disposition de ces trois obliquités, & les trois directions du mouvement qu'elles produisent. L'obliquité ou la déclinaison des Côtes paroît clairement dans la figure d'un Squelette vû de côté. L'obliquité des deux plans vertébraux, & des articulations ginglymoïdes des Côtes sera bien représentée par la figure d'une coupe du Thorax parallele au plan des Côtes, & même par la figure d'une des Vertebres vûë par sa face ou largeur supérieure, avec deux Côtes attachées & vûës aussi par leur bord supérieur. Mais c'est l'obliquité de l'axe des charniéres ou articulations ginglymoïdes qu'il sera difficile d'exprimer avec le reste de ces Côtes par une figure qui fût à la portée de tout le monde.

A l'égard du changement qu'on pourroit faire de la Machine de Borelli pour la rendre plus convenable, ce seroit d'en former la colonne comme un Prisme à trois faces, de faire seulement deux arcs courbés par un bout comme les Côtes, d'appliquer ces deux bouts à deux de ses faces en maniére de charniéres posées obliquement comme les articulations des Côtes, & de faire incliner en bas tout le reste de ces deux arcs, comme les mêmes Côtes. Avec cette Machine simple, de même qu'avec deux Côtes d'un Squelette attachées à deux Vertebres comme dans l'estat ordinaire, on peut imiter très-exactement, & sans aucun effort, les trois directions simultanées d'un même mouvement. Car en tenant verticalement la colonne artificielle, ou les deux Vertebres naturelles, & levant peu-à-peu les arcs ou les Côtes, on verra, 1.° Que ces deux arcs s'écarteront latéralement

l'un de l'autre, & par-là feront ce qu'on a prétendu expliquer par le mouvement de deux demi-cerceaux inclinés à l'opposite, & posés par leurs extrémités sur le même plan. 2°. On verra que les extrémités libres de ces deux arcs s'éloigneront de la colonne, & par-là feront ce qu'on a voulu montrer, en représentant les deux Côtes comme faisant ensemble un cerceau presqu'entier attaché par les deux bouts aux Vertebres. 3.° On verra qu'à mesure qu'on leve ces deux arcs ou ces deux Côtes, les mêmes extrémités libres s'éloigneront plus l'une de l'autre, qu'elles s'éloigneront toutes deux de la colonne ou des Vertebres, & qu'elles monteront plus haut que le reste de leur étenduë.

Ce que je viens de faire remarquer sur la disposition & la connexion des portions osseuses des Côtes, suffiroit seul pour montrer que la Machine de Borelli ne s'accorde point avec celle des Côtes. Il avoit bien vû les doubles attaches des extrémités postérieures des Côtes, mais n'ayant pas fait attention à leurs charniéres, ni à la double obliquité de ces charniéres, il avoit seulement regardé les doubles attaches comme des moyens d'arrêter fixement la connexion des Côtes avec les Vertebres, à peu-près comme les arcs de sa Machine étoient fixement arrêtés sur le mur ou sur la colonne. Ainsi comme il falloit quelque effort pour lever le sommet des arcs inclinés de sa Machine, pour les écarter latéralement, & que leurs extrémités attachées au mur ou à la colonne, n'obéissant pas à cet effort, ces autres extrémités plus libres s'y prêtoient, & par-là non-seulement éloignoient du mur ou de la colonne la piece mobile, à laquelle elles étoient attachées, mais la faisoient aussi monter plus haut; pareillement selon cette idée les Côtes étant fermement attachées aux Vertebres par leurs extrémités postérieures, & étant tirées par l'effort des Muscles intercostaux, devroient prêter par l'élasticité du reste de leur étenduë, & par ce moyen éloigner des Vertebres, & en même temps faire monter les extrémités antérieures avec leurs cartilages & le Sternum. Toutes ces contraintes ne se trouvent pas dans le naturel,

l'obliquité des plans vertébraux, & l'obliquité particuliére des charniéres ou ginglymes des Côtes sur ces mêmes plans, renferment tout le secret de cet artifice.

Vesale avoit déja très-bien remarqué l'obliquité de la charniére des Côtes dès l'an 1543, dans la premiére édition de son grand ouvrage, où il en parle comme d'une chose qu'il présumoit être connuë de tout le monde, quand même il n'en auroit rien dit. Il a ôté cette expression dans la seconde édition de 1555, & seulement averti, que cela n'étoit pas à négliger. Cependant quoiqu'il ait encore écrit plusieurs années après, il n'en avoit pas marqué l'usage, ni celui d'une autre très-belle observation, qu'il a donnée aux mêmes endroits sur les cavités ou fossettes articulaires des apophyses transverses des Vertebres du Dos, sçavoir, que dans les Vertebres supérieures, ces fossettes sont comme par degrés inclinés de haut en bas; que dans les inférieures, elles le sont de bas en haut; & que dans celles du milieu, elles le sont moins à proportion. Je rendrai dans un autre temps raison de cette différence.

Environ un Siécle après Vesale, plusieurs célébres Physiciens, Malpighi, Swammerdam, Lamsverde, Mayow, Thruston, Ent, &c. publiérent en peu de temps, par différents Traités, des Opinions très-différentes sur la Respiration, dans lesquelles ils se sont plus attachés à ce qui regarde les poumons, l'air & le sang, qu'à ce qui regarde en particulier la méchanique des Côtes, dont ils n'ont presque parlé que selon l'idée ordinaire. Cependant Mayow dans son Traité sur la même matiére, a fait observer, comme en passant, & en peu de mots, par une figure mal représentée, que les Côtes au moyen de leur double articulation avec les Vertebres, sont tellement disposées, qu'elles peuvent être tirées en haut par les Muscles intercostaux, sans être tirées en même temps en dehors. Il adjoûte que ces articulations & leur obliquité sont plus manifestes dans le Squelette du Mouton & du Cheval, que dans celui de l'Homme.

Mais en comparant ce que Mayow avance ici, avec ce qu'il

qu'il dit dans le paragraphe ſuivant, ſur l'articulation angulaire des portions cartilagineuſes des Côtes avec le Sternum, il paroît aſſés que comme par l'obliquité de l'articulation des Côtes avec le Sternum, il entend ſimplement leur connexion angulaire avec cet os, de même que par l'obliquité de la double articulation des Côtes avec les Vertebres, il entend ſeulement leur connexion angulaire avec ces os. Cela paroît encore plus par l'expreſſion équivalente dont il ſe ſert dans le latin pour marquer l'uſage de l'une & de l'autre de ces obliquités. Il dit de la premiére, ſçavoir, celle de l'articulation des Côtes avec les Vertebres : *Jam verò ſi ſupponamus . . . . Coſtam eam, binis articulationibus ſpinæ connexam . . . . ſurſum moveri, facile eſt conceptu, Coſtam eam . . . . reſpectu Pectoris, extrorsùm latum iri.* Il dit de la ſeconde, c'eſt-à-dire, de l'obliquité de la connexion des Côtes avec le Sternum, où l'articulation eſt ſimple, & non pas double comme aux Vertebres : *Obliquitas autem iſta eò ſpectat, ut Coſtæ extendantur & extrorsùm in orbem trahantur.*

Mais pour revenir à mes remarques, je crois avoir encore trouvé un autre uſage de la double articulation des Côtes avec les Vertebres. C'eſt un nouvel examen de la premiére paire des vrayes Côtes qui m'y a conduit. Ces Côtes ne ſont pas articulées chacune à deux Vertebres, comme les huit ou neuf Côtes ſuivantes, mais ſeulement avec la premiére Vertebre du Dos, & cela néantmoins par charniére ou double connexion ; elles y ſont articulées ſur deux plans vertébraux obliques comme les autres Côtes, quoique l'axe de leurs charniéres ou doubles connexions y ſoit moins oblique. L'extrémité antérieure de chacune de ces deux premiéres Côtes eſt très-large, & leur portion cartilagineuſe n'eſt pas ſeulement large à proportion, mais très-courte, fort épaiſſe, intimément unie ou ſoudée avec la premiére piéce du Sternum, & prête fort difficilement.

Après avoir examiné de nouveau ces particularités déja connuës, voici ce que je crois y avoir obſervé : 1.° Que ces deux premiéres Côtes font avec la premiére portion du Sternum une piece continuë, à peu-près comme un cerceau

presque entier, dont les extrémités coupées seroient courbées obliquement en dedans; & que leurs doubles articulations avec la premiére Vertebre, y seroient attachées par des ligaments très-forts & très-courts. 2.° Que par cette disposition les deux premiéres Côtes ne peuvent être mûës sur leurs charniéres, que pour prêter un peu au mouvement de la Vertebre voisine du Col, & de la Vertebre voisine du Dos, & qu'elles ne peuvent être ni haussées ni baissées comme les autres Côtes, sans forcer & presque rompre l'une de leurs doubles attaches à la premiére Vertebre, ou rompre leur connexion cartilagineuse avec le Sternum. 3.° Que les deux premiéres Côtes, par le seul moyen de leur structure & de leur connexion, servent de base ou de point fixe au mouvement de toutes les autres Côtes, indépendemment des Muscles qui sont attachés aux Vertebres du Col & à ces deux Côtes. 4.° Qu'une partie de la même méchanique se trouve dans toutes les autres Côtes ginglymoïdes, soit vrayes, soit fausses, quoiqu'attachées chacune à deux Vertebres, & ayant l'axe de leurs charniéres plus oblique. On sçait que ces Côtes, par l'attache de leurs axes à deux plans obliques, sont disposées à pouvoir s'écarter ou s'approcher de côté & d'autre, à mesure qu'on les leve ou qu'on les rabbaisse. On sçait aussi que ces mouvements en haut & en bas ne pourroient pas se faire sans la flexibilité des portions cartilagineuses proportionnée à leur différente longueur, & sans la simplicité de l'articulation de ces mêmes portions avec le Sternum. Enfin, on sçait que ces Côtes sont naturellement inclinées à un certain degré, qu'elles peuvent être redressées ou forcées au-dessus de ce degré par l'inspiration, qu'elles reviennent au même degré dans l'expiration, & qu'elles y restent après la mort. J'adjoûte à cela, que non-seulement elles y restent après la mort, mais même dans le cadavre après les avoir dépouillées de leurs Muscles, pourvû néantmoins qu'on n'ayt pas endommagé les ligaments de leurs articulations.

On a bien fait observer, que la cage osseuse de la Poitrine est principalement soûtenuë par sa propre structure, mais il

me semble qu'un peu d'attention sur la flexibilité & l'articulation simple des portions cartilagineuses, doit aussi faire observer, que ce soûtien ne consiste point en ce que les Côtes opposent un obstacle mutuel sur le Sternum, d'autant plus que les fausses Côtes n'y touchent pas. L'articulation double de toutes ces Côtes ne permet que deux mouvements, & l'obliquité de l'axe de leur articulation produit en même temps deux sortes de mouvements, mais ces mouvements sont bornés à un certain degré par les ligaments forts & courts des articulations avec les Vertebres ; à quoi la connexion ou attache, soit cartilagineuse, soit ligamenteuse, ou même charnuë, des extrémités antérieures de ces Côtes peut aussi contribuer. Je remets pour les remarques sur les propositions suivantes touchant l'Expiration, les autres particularités des portions cartilagineuses des Côtes.

II. Article : sur les Muscles intercostaux, & sur leurs auxiliaires.

On sçait que les Muscles intercostaux sont deux plans charnus, bien minces, l'un interne, l'autre externe, qui occupent les intervalles de toutes les Côtes, & dont les fibres se croisent pour la plûpart en maniére de X : que les Muscles externes s'étendent depuis les apophyses transverses des Vertebres, jusques vers les portions cartilagineuses des Côtes seulement, & que leurs fibres descendent obliquement de derriére en devant : que les Muscles internes sont plus ou moins éloignés des Vertebres, & s'étendent jusqu'aux extrémités des portions cartilagineuses des Côtes, de sorte que vers les Vertebres il n'y a que le plan simple des Muscles intercostaux externes ; entre les portions cartilagineuses, il n'y a que le plan simple des internes ; & entre ces deux endroits il y a double plan dont les fibres obliques se croisent.

On convient que par cet arrangement les fibres des Muscles intercostaux externes, étant par en haut plus près de l'articulation des Côtes avec les Vertebres, & en étant plus éloignées par en bas, elles sont naturellement plus disposées

à pouvoir élever l'inférieure de deux Côtes voisines, qu'à pouvoir en abbaisser la supérieure. On voit pareillement que les fibres des Muscles intercostaux internes, étant par en haut fort près du Sternum, & en étant plus éloignés par en bas, sont de même plus portés à élever la Côte inférieure qu'à abbaisser la supérieure. On voit enfin par cette disposition réciproque des Muscles externes & internes, que par la rencontre de leur double plan, ils sont bornés ensemble à élever les Côtes, & que par cette rencontre, les internes ne peuvent pas agir autrement que les externes.

Néantmoins les anciens Anatomistes, & même ceux du commencement du siécle passé, ont été fort partagés là-dessus. Ab-Aquapendente avoit dès l'an 1599, comme il le marque dans son excellent Traité *de Respiratione & ejus instrumentis*, très-bien démontré, que les Muscles internes & externes concourent ensemble à la même action, c'est-à-dire, à lever les Côtes. Il a donné dans ce même Traité, la belle observation par l'Anatomie comparée, que par le mouvement des Côtes en haut, ou en les levant, leurs intervalles se dilatent, & que par leur mouvement en bas, ou en les rabbaissant, leurs intervalles se resserrent. *Claré conspicies*, dit-il, *ad motum Costarum sursùm intercostalia spatia dilatari: contrà verò Costis deorsùm motis angustari.*

Comme cet ancien systeme de la différente action des Muscles intercostaux externes & internes, partageoit encore des habiles Anatomistes; (car il a été même adopté par le célébre Swammerdam, sans parler d'autres) Borelli a eu très-grande raison de marquer dans le Commentaire de sa LXXXIV.e Proposition, que cela lui paroissoit impossible. L'exemple qu'il y employe des fils croisés, par lesquels on soûleve perpendiculairement ou directement un fardeau, montre bien l'action simultanée des fibres croisées des Muscles intercostaux externes & internes, mais il ne démontre pas pourquoi les deux Muscles ne peuvent agir qu'ensemble en même-temps, & non pas séparément, ni différemment. La maniére dont le reste de son raisonnement est exprimé, m'a paru en

partie contradictoire à tout ce qu'il a si bien établi ailleurs, & en partie très-défectueux ; ce qui m'avoit porté à en remettre l'examen pour la suite, dans l'espérance d'y voir plus clair : mais n'ayant pas pû y parvenir, j'ai cru devoir en accuser le sort ordinaire des Œuvres Posthumes, d'autant plus que j'ai rencontré encore d'autres défauts dans ce même Traité, qui n'a été imprimé que deux ans après la mort de l'Auteur : je parle de la premiére édition ; car dans celle de la Bibliotheque Anatomique de Manget, on y a adjoûté bien d'autres défauts qui même changent entiérement le sens de la premiére.

A l'égard des portions postérieures des Muscles intercostaux externes, que M. Senac, dans son Mémoire de 1724, exclut de cette fonction, aussi-bien que les sur-costaux, appellés communement Releveurs des Côtes, j'avouë qu'ayant examiné de nouveau la disposition des uns & des autres, par rapport à la charniére ou l'articulation double des Côtes avec les Vertebres, je trouve ses raisons assés fortes pour pouvoir compter ces Muscles parmi ceux qui servent au mouvement de l'Epine, mais seulement comme des auxiliaires, & non pas comme des principaux moteurs. J'y suis porté par une attention particuliére que j'ai faite sur l'attache des bandelettes tendineuses des Muscles sacro-lombaires, & des bandelettes des longs Dorsaux vers les extrémités postérieures des Côtes, & sur la rencontre de l'attache de ces deux sortes de bandelettes, avec l'attache inférieure des Muscles intercostaux externes, & avec celle des Muscles sur-costaux. Cette attention m'oblige même à réformer une partie de ce que j'ai avancé dans mon Traité d'Anatomie touchant ces Muscles. Ainsi au lieu d'y dire qu'il ne faut pas confondre les Muscles sur-costaux avec un petit Muscle, qui est immédiatement au-dessus de la premiére Côte, & qui d'abord leur ressemble par son attache à cette Côte ; je dirai, qu'on peut associer les Muscles sur-costaux à ce petit Muscle par rapport à l'usage. J'en excepte néantmoins les sur-costaux qui sont attachés aux deux ou trois inférieures des fausses Côtes, car ils peuvent encore être regardés comme Releveurs.

III. Article : ſur le Diaphragme.

La ſtructure du Diaphragme eſt aſſés connuë de même que ſa connexion avec les derniéres des vrayes Côtes, toutes les fauſſes, le Sternum, les Vertebres & le Médiaſtin. On ſçait qu'il forme deux demi-voutes mobiles, unies enſemble ſous le Médiaſtin depuis le Sternum juſqu'aux Vertebres. Ces demi-voutes, par la contraction de leurs fibres rayonnées, s'abbaiſſent de côté & d'autre, plus ou moins, ſelon les degrés de l'inſpiration, & cela ſans s'abbaiſſer entre le Sternum & les Vertebres. Ce n'eſt pas ſeulement à cauſe de l'attache au Médiaſtin, que le Diaphragme ne s'abbaiſſe pas dans ce trajet, mais auſſi parce que les fibres antérieures qui ſont attachées au Sternum, & les poſtérieures qui ſont attachées aux Vertebres, font enſemble par leur contraction directe en même-temps l'office d'une corde tenduë, qui ſoûtient la rencontre ou union des deux demi-voutes.

Ab-Aquapendente & Spigel, entr'autres anciens Anatomiſtes très-célébres, étoient dans l'opinion que le ſeul Diaphragme ſuffit pour l'inſpiration ordinairement libre, & que l'action des Muſcles intercoſtaux n'a lieu que quand on la fait avec quelque effort. Il eſt vrai que l'on peut regarder le Diaphragme comme le principal organe de la reſpiration en général, & de l'inſpiration en particulier ; & que les Muſcles intercoſtaux peuvent être regardés commes des auxiliaires, qui facilitent les mouvements du Diaphragme, & par le moyen deſquels on peut différemment varier ces mouvements. Ab-Aquapendente cite pour preuve l'exemple de ceux qui ſont ſujets aux vapeurs ſuffocantes, & qu'on a quelquefois tenus pour tout-à-fait morts. Il rapporte auſſi, qu'il avoit trouvé dans un cadavre les portions cartilagineuſes des Côtes entiérement oſſifiées, & intimement ſoudées avec le Sternum. On a auſſi trouvé les Côtes anchyloſées ou ſoudées avec les Vertebres, & par conſéquent incapables de mouvement : on a encore vû la plevre devenuë comme cartilagineuſe & comme oſſifiée ; de ſorte que ne pouvant pas obéir au mouvement

des Côtes, les Muſcles intercoſtaux ont été fort embarraſſés dans leur action, & dans ce cas l'inſpiration s'eſt principalement faite par l'action du Diaphragme. Je rapporterai dans une autre occaſion pluſieurs exemples très-averés de nos jours, de ceux que par l'abſence des marques externes de reſpiration on a tenu pour morts, qu'on a enſevelis, qu'on a emportés pour être enterrés, qu'on a enterrés & qui en ſont revenus, & ont vécu pluſieurs années après.

Borelli, dans le Commentaire ſur la LXXIV.e Propoſition, après avoir rapporté le ſentiment de ceux qui prétendent que l'inſpiration douce & tranquille, ou ſpontanée, ſe fait par le mouvement du ſeul Diaphragme, nie abſolument qu'elle ſe fait ſans le ſecours des Muſcles intercoſtaux, & conclut enſuite, comme nous avons vû, que tout mouvement d'inſpiration, ſoit douce, ſoit forte, ſe fait par la concurrence ou l'action commune des Muſcles intercoſtaux & du Diaphragme. Il y a lieu de penſer qu'il n'a voulu parler ici que de l'état naturel, d'autant plus qu'il adjoûte le mot naturel, *motus inſpirationis placidus & naturalis.* D'ailleurs les Côtes auxquelles eſt attaché le Diaphragme, étant pour l'ordinaire les plus mobiles de toutes les Côtes, il me paroît très-difficile, pour ne pas dire impoſſible, que le moindre mouvement du Diaphragme ſe puiſſe faire par la contraction de ſes fibres, à moins que ces Côtes ſoient dans le même inſtant arrêtées & renduës comme immobiles, pour ſervir de points fixes à ce petit mouvement : c'eſt ce que les Muſcles intercoſtaux peuvent faire par un certain degré de contraction de leurs fibres, ſans que cette contraction cauſe aucun mouvement aux Côtes ; & cela à peu-près comme j'ai dit dans mon Mémoire de 1720, que la contraction des Muſcles ſe fait quelquefois, non pas pour mouvoir l'os auquel ils ſont attachés, mais pour le tenir immobile, & contrebalancer la réſiſtance ou le fardeau qui l'entraîneroit. Ainſi au lieu de placer à la maniére ordinaire ſur le Sternum, ou au milieu de la Poitrine de quelqu'un qui paroît mort, un vaiſſeau rempli d'eau, pour voir par la tranquillité ou par le mouvement

de la surface de cette eau, s'il y a quelque signe de mouvement & de vie, il seroit mieux d'en tourner le corps un peu sur le côté, & de mettre le vaisseau sur l'extrémité de la troisiéme des fausses Côtes. Car on peut respirer suffisamment, sans apparence de mouvement du Sternum, quoiqu'en même temps le mouvement de l'endroit que je viens de marquer, soit très-sensible. Cependant cela pourroit être équivoque dans les Femmes ou Filles, qui pendant plusieurs années ont porté des corps ou corsets roides & fort serrés; car ces sortes de corps ou corsets tiennent toutes les fausses Côtes & les inférieures des vrayes, dans une espece d'immobilité continuelle, ce qui paroît faire que les vrayes Côtes supérieures deviennent plus mobiles qu'elles ne le sont naturellement, pour ne pas trop empêcher ou trop diminuer le mouvement nécessaire de la respiration. Cela fait aussi que le haut de la Poitrine se meut plus évidemment dans les Femmes que dans les Hommes, & plus évidemment pendant qu'elles sont serrées par leurs corsets, que quand elles n'en ont point.

Avant que de finir cette XC.e Proposition, il est juste de rappeller & de renouveller la belle remarque de Borelli sur la suspension de la partie supérieure de la voute du Diaphragme, par le moyen de sa connexion avec le Médiastin & le Diaphragme, qui en empêche la descente & l'applanissement dans l'inspiration, & sur l'accourcissement des semi-diametres ou demi-voutes de ce Muscle quand il agit; par lequel accourcissement, ses parties latérales descendent & s'applanissent indépendemment de la partie supérieure. *Centrum diaphragmatis*, dit-il dans le Commentaire sur cette XC.e Proposition, *suspenditur à mediastino & à pericardio....: agit musculus ille decurtando semi-diametros.* Il faut observer ici que par le terme de centre, on entend communément la partie tendineuse du Diaphragme, à laquelle est attaché le Péricarde, non pas par la pointe, mais par une étenduë proportionnée à celle de la face platte ou inférieure du Cœur. Je remets l'Anatomie comparée pour le second Mémoire.

SUR

SUR LE CAS IRRÉDUCTIBLE DU TROISIÉME DEGRÉ.

Par M. NICOLE.

LE Cas irréductible du 3me degré est celui où les trois Racines contenuës dans une Équation du 3me degré, sont toutes trois réelles, toutes trois inégales, & toutes trois incommensurables. 28 Juin 1738.

Il y a près de deux Siécles que Cardan donna la Formule Algébrique qui exprime la plus grande de ces trois Racines réelles. Cette Formule de Cardan est composée de deux parties. La premiére partie est la Racine cubique de la somme de deux grandeurs, dont l'une est réelle, & l'autre imaginaire; & la seconde partie est la Racine cubique de la différence de ces deux mêmes grandeurs. Il avoit toûjours paru fort surprenant qu'une grandeur qui doit être réelle, fût exprimée par un composé de quantités réelles & de quantités imaginaires; on sentoit bien qu'il falloit que les quantités imaginaires se détruisissent mutuellement, mais personne, que je sçache, n'avoit montré la maniére de faire évanouir ces quantités imaginaires.

J'ai cherché à faire cet évanouissement par le moyen des Suites, & j'ai trouvé pour l'expression de la Racine cherchée, une Formule Algébrique qui ne contient plus, à la vérité, de quantités imaginaires; mais il entre dans cette Formule une Suite composée d'une infinité de termes dont je n'ai pû trouver la somme par aucune des Méthodes connuës. Je réduis donc dans ce Mémoire la question du Cas irréductible, à trouver la somme d'une Suite composée d'une infinité de termes.

Soit l'Equation $x^3 - px + q = 0$.

Cette Equation contient trois Racines commensurables

ou incommensurables, dont deux sont positives, & la 3me négative, égale aux deux positives.

Cette Equation se décompose dans les trois suivantes :

$$x + \sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q + \sqrt{(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3)}]} + \sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q - \sqrt{(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3)}]} = 0.$$

$$x - \tfrac{1}{2} \times \sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q + \sqrt{(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3)}]} - \tfrac{1}{2} \times \sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q - \sqrt{(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3)}]}$$
$$- \sqrt{p - \tfrac{3}{4} \times \overline{\sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q + \sqrt{(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3)}]} + \sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q - \sqrt{(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3)}]}}^2} = 0.$$

$$x - \tfrac{1}{2} \times \sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q + \sqrt{(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3)}]} - \tfrac{1}{2} \times \sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q - \sqrt{(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3)}]}$$
$$+ \sqrt{p - \tfrac{3}{4} \times \overline{\sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q + \sqrt{(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3)}]} + \sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q - \sqrt{(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3)}]}}^2} = 0.$$

Ce qui se voit en multipliant ces trois Equations l'une par l'autre, elles reproduisent l'Equation $x^3 - px + q = 0$.

Ces trois Equations expriment donc les trois Racines de l'Equation composée $x^3 - px + q = 0$.

COROLLAIRE I.

Lorsque $\tfrac{1}{27}p^3 = \tfrac{1}{4}qq$, ces trois Equations deviennent

$x + 2\sqrt[3]{(\tfrac{1}{2}q)} = 0$, $x - \sqrt[3]{(\tfrac{1}{2}q)} - \sqrt{p - \tfrac{3}{4} \times [2\sqrt[3]{(\tfrac{1}{2}q)}]^2}$,

$x - \sqrt[3]{(\tfrac{1}{2}q)} + \sqrt{p - \tfrac{3}{4} \times [2\sqrt[3]{(\tfrac{1}{2}q)}]^2}$.

Ou $x + 2\sqrt[3]{(\tfrac{1}{2}q)}$, $x - \sqrt[3]{(\tfrac{1}{2}q)} - \sqrt{[p - 3\sqrt[3]{(\tfrac{1}{4}qq)}]}$,

$x - \sqrt[3]{(\tfrac{1}{2}q)} + \sqrt{[p - 3\sqrt[3]{(\tfrac{1}{4}qq)}]}$.

Ou $x + 2\sqrt[3]{(\tfrac{1}{2}q)}$, $x - \sqrt[3]{(\tfrac{1}{2}q)}$, $x - \sqrt[3]{(\tfrac{1}{2}q)}$.

Parce que $\tfrac{1}{27}p^3 = \tfrac{1}{4}qq$, donne $p = 3\sqrt[3]{(\tfrac{1}{4}qq)}$. Dans ce cas, l'Equation renferme donc deux Racines égales.

COROLLAIRE II.

Lorsque $\tfrac{1}{27}p^3$ est plus petit que $\tfrac{1}{4}qq$, la quantité . . .

$$\sqrt{p - \tfrac{3}{4} \times \overline{\sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q + \sqrt{(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3)}]} + \sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q - \sqrt{(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3)}]}}^2}$$

devient imaginaire, à cause que dans ce cas . . . .

$$\tfrac{3}{4} \times \overline{\sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q + \sqrt{(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3)}]} + \sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q - \sqrt{(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3)}]}}^2$$

est plus grand que p; puisque l'on a vû que cette quantité est égale à p, lorsque $\frac{1}{27}p^3 = \frac{1}{4}qq$.

Ainsi dans ce cas, l'Equation générale $x^3 - px + q = 0$ contient deux Racines imaginaires.

COROLLAIRE III.

Donc lorsque $\frac{1}{27}p^3$ est plus grand que $\frac{1}{4}qq$, la quantité

$$\frac{3}{4} \times \overline{\sqrt[3]{[\frac{1}{2}q + \sqrt{(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3)}] + \sqrt[3]{[\frac{1}{2}q - \sqrt{(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3)}]}}^2$$

est plus petite que p, & par conséquent . . . .

$$\sqrt{p - \frac{3}{4} \times \overline{\sqrt[3]{[\frac{1}{2}q + \sqrt{(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3)}] + \sqrt[3]{[\frac{1}{2}q - \sqrt{(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3)}]}}^2}$$

est une grandeur réelle. Dans ce cas, les trois Racines renfermées dans l'Equation générale $x^3 - px + q = 0$, sont donc toutes trois réelles & inégales.

REMARQUE.

Mais dans ce dernier cas, quoiqu'il soit évident que ces trois Racines soient réelles, elles paroissent cependant sous une forme imaginaire, à cause de $\sqrt{(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3)}$ qui est imaginaire. Ce qui semble être une contradiction. Voici la maniére de faire disparoître cette contradiction.

Les deux membres $\sqrt[3]{[\frac{1}{2}q + \sqrt{(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3)}]}$ & $\sqrt[3]{[\frac{1}{2}q - \sqrt{(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3)}]}$, qui entrent tous deux dans l'expression des trois Racines, fournissent chacun des grandeurs imaginaires. Or la somme de ces deux membres $\sqrt[3]{[\frac{1}{2}q + \sqrt{(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3)}]} + \sqrt[3]{[\frac{1}{2}q - \sqrt{(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3)}]}$ étant réelle, il faut que les quantités imaginaires fournies par $\sqrt[3]{[\frac{1}{2}q + \sqrt{(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3)}]}$ soient exactement les mêmes que celles fournies par le second membre $\sqrt[3]{[\frac{1}{2}q - \sqrt{(\frac{1}{4}qq - \frac{1}{27}p^3)}]}$, & que les premieres étant affectées du signe positif $+$, les secondes soient affectées du signe négatif $-$, & alors la somme des deux membres sera toute réelle.

Pour réduire donc chacun de ces membres à des expressions de cette nature, il faut d'abord les réduire à ces deux formes :

$$\sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q+\sqrt{(\tfrac{1}{4}qq-\tfrac{1}{27}p^3)}]}=\sqrt[6]{(\tfrac{1}{27}p^3-\tfrac{1}{4}qq)}\times\sqrt[3]{(\tfrac{q}{2\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}}+\sqrt{-1})},$$

$$\sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q-\sqrt{(\tfrac{1}{4}qq-\tfrac{1}{27}p^3)}]}=\sqrt[6]{(\tfrac{1}{27}p^3-\tfrac{1}{4}qq)}\times\sqrt[3]{(\tfrac{q}{2\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}}-\sqrt{-1})},$$

c'est-à-dire, que la premiére Racine sera

$$\sqrt[6]{(\tfrac{1}{27}p^3-\tfrac{1}{4}qq)}\times\overline{\sqrt[3]{(\tfrac{q}{2\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}}+\sqrt{-1})}+\sqrt[3]{(\tfrac{q}{2\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}}-\sqrt{-1})}};$$

& au lieu de ces quantités composées, soient considérées celles-ci, qui sont plus simples & de même nature,

$$(\tfrac{a}{b}+\sqrt{-1})^n+(\tfrac{a}{b}-\sqrt{-1})^n.$$

En élevant ces quantités à l'exposant n, la premiére devient

$$(\tfrac{a}{b})^n+\tfrac{n}{1}\times(\tfrac{a}{b})^{n-1}\times\sqrt{-1}+\tfrac{n\times\overline{n-1}}{1.2}\times(\tfrac{a}{b})^{n-2}\times-1$$
$$+\tfrac{n\times\overline{n-1}\times\overline{n-2}}{1.2.3}\times(\tfrac{a}{b})^{n-3}\times-1\sqrt{-1}+\tfrac{n\times\overline{n-1}\times\overline{n-2}\times\overline{n-3}}{1.2.3.4}$$
$$\times(\tfrac{a}{b})^{n-4}\times+1+\tfrac{n\times\overline{n-1}\ldots\overline{n-4}}{1.2\ldots.5}\times(\tfrac{a}{b})^{n-5}\times\sqrt{-1}$$
$$+\tfrac{n\times\overline{n-1}\ldots\overline{n-5}}{1.2\ldots6}\times(\tfrac{a}{b})^{n-6}\times-1+\tfrac{n\times\overline{n-1}\ldots\overline{n-6}}{1.2\ldots.7}\times(\tfrac{a}{b})^{n-7}$$
$$\times-1\sqrt{-1}+\tfrac{n\times\overline{n-1}\ldots\overline{n-7}}{1.2\ldots.8}\times(\tfrac{a}{b})^{n-8}\times+1+\&c.$$

Et la seconde $[(\tfrac{a}{b})-\sqrt{-1}]^n$ devient $(\tfrac{a}{b})^n-\tfrac{n}{1}\times(\tfrac{a}{b})^{n-1}$

$$\times\sqrt{-1}+\tfrac{n\times\overline{n-1}}{1.2}\times(\tfrac{a}{b})^{n-2}\times-1-\tfrac{n\times\overline{n-1}\times\overline{n-2}}{1.2.3}\times(\tfrac{a}{b})^{n-3}$$
$$\times-1\sqrt{-1}+\tfrac{n\times\overline{n-1}\times\overline{n-2}\times\overline{n-3}}{1.2.3.4}\times(\tfrac{a}{b})^{n-4}\times+1$$
$$-\tfrac{n\times\overline{n-1}\ldots\overline{n-4}}{1.2\ldots5}\times(\tfrac{a}{b})^{n-5}\times\sqrt{-1}+\tfrac{n\times\overline{n-1}\ldots\overline{n-5}}{1.2\ldots6}$$
$$\times(\tfrac{a}{b})^{n-6}\times-1-\tfrac{n\times\overline{n-1}\ldots\overline{n-6}}{1.2\ldots7}\times(\tfrac{a}{b})^{n-7}\times-1\sqrt{-1}$$
$$+\tfrac{n\times\overline{n-1}\ldots\overline{n-7}}{1.2\ldots8}\times(\tfrac{a}{b})^{n-8}\times+1-\&c.$$

Si l'on prend la somme de ces deux Suites, on trouvera

$$2\times\begin{cases}(\tfrac{a}{b})^n-\tfrac{n\times\overline{n-1}}{1.2}\times(\tfrac{a}{b})^{n-2}+\tfrac{n\times\overline{n-1}\times\overline{n-2}\times\overline{n-3}}{1.2.3.4}\times(\tfrac{a}{b})^{n-4}\\-\tfrac{n\times\overline{n-1}\ldots\overline{n-5}}{1.2\ldots6}\times(\tfrac{a}{b})^{n-6}+\tfrac{n\times\overline{n-1}\ldots\overline{n-7}}{1.2\ldots8}\times(\tfrac{a}{b})^{n-8}\\-\tfrac{n\times\overline{n-1}\ldots\overline{n-9}}{1.2\ldots10}\times(\tfrac{a}{b})^{n-10}+\&c.\end{cases}$$

qui forme une Suite composée d'une infinité de termes, dont aucun n'est affecté de quantités imaginaires.

COROLLAIRE I.

Il est donc évident que la quantité $(\frac{a}{b}+\sqrt{-1})^n + (\frac{a}{b}-\sqrt{-1})^n$, qui renferme des imaginaires, quelle que soit la valeur de l'exposant n, est toûjours réelle, soit que cet exposant soit un nombre entier, ou un nombre rompu, & qu'il soit positif ou négatif.

COROLLAIRE II.

Mais quand l'exposant n est un nombre entier positif, la Suite finit en quelque endroit : Si, par exemple, $n = 9$, cette Suite devient

$$2 \times [(\tfrac{a}{b})^9 - 36 \times (\tfrac{a}{b})^7 + 126 \times (\tfrac{a}{b})^5 - 84 \times (\tfrac{a}{b})^3 + 9 \times (\tfrac{a}{b})^1].$$

Il en sera de même de tout autre nombre entier positif.

COROLLAIRE III.

Quand l'exposant n est un nombre entier négatif, la Suite est composée d'une infinité de termes : Si, par exemple, $n = -3$, cette Suite devient

$$2 \times [(\tfrac{a}{b})^{-3} - 6 \times (\tfrac{a}{b})^{-5} + 15 \times (\tfrac{a}{b})^{-7} - 28 \times (\tfrac{a}{b})^{-9} + 45 \times (\tfrac{a}{b})^{-11} - \text{\&c.}$$

dont la somme est $2 \times \frac{[(\frac{a}{b})^2 - 3 \times (\frac{a}{b})]}{[(\frac{a}{b})^2 - 1]^3}$, parce que

$$[(\tfrac{a}{b}) + \sqrt{-1}]^{-3} + [(\tfrac{a}{b}) - \sqrt{-1}]^{-3} = \frac{1}{[(\frac{a}{b}) + \sqrt{-1}]^3} + \frac{1}{(\frac{a}{b} - \sqrt{-1})^3} = \frac{(\frac{a}{b} + \sqrt{-1})^3 + (\frac{a}{b} - \sqrt{-1})^3}{(\frac{a}{b} + \sqrt{-1})^3 \times (\frac{a}{b} - \sqrt{-1})^3},$$

& en élevant chaque binôme à la 3me puissance, il viendra

$$\frac{(\frac{a}{b})^3 + 3 \times (\frac{a}{b})^2 \times \sqrt{-1} - 3 \times (\frac{a}{b})^1 - 1\sqrt{-1} + (\frac{a}{b})^3 - 3 \times (\frac{a}{b})^2 \times \sqrt{-1} - 3 \times (\frac{a}{b})^1 + 1\sqrt{-1}}{((\frac{a}{b})^3 - 3 \times (\frac{a}{b})^1 + [3 \times (\frac{a}{b})^2 - 1] \times \sqrt{-1}) \times ((\frac{a}{b})^3 - 3 \times (\frac{a}{b})^1 - [3 \times (\frac{a}{b})^2 + 1] \times \sqrt{-1})}$$

$$= \frac{2 \times [(\frac{a}{b})^3 - 3 \times (\frac{a}{b})^1]}{[(\frac{a}{b})^3 - 3 \times (\frac{a}{b})]^2 + [3 \times (\frac{a}{b})^2 - 1]^2} = \frac{2 \times [(\frac{a}{b})^3 - 3 \times (\frac{a}{b})]}{(\frac{a}{b})^6 - 6 \times (\frac{a}{b})^4 + 9 \times (\frac{a}{b})^2 + 9 \times (\frac{a}{b})^4 - 6 \times (\frac{a}{b})^2 + 1}$$

$$=\frac{2\times[(\frac{a}{b})^3-3\times\frac{a}{b}]}{(\frac{a}{b})^6+3\times(\frac{a}{b})^4+3\times(\frac{a}{b})^2+1}=\frac{2\times[(\frac{a}{b})^3-3\times\frac{a}{b}]}{[(\frac{a}{b})^2+1]^3}.$$

Il en ſera de même de tout autre nombre entier négatif. Cette Suite, quoique composée d'une infinité de termes, ſera toûjours ſommable.

Mais quand l'expoſant n eſt une fraction, par exemple $n=\frac{1}{3}$, $\sqrt[3]{(\frac{a}{b}+\sqrt{-1})}+\sqrt[3]{(\frac{a}{b}-\sqrt{-1})}$ devient

$$2\times\left\{\begin{array}{l}(\frac{a}{b})^{\frac{1}{3}}+\frac{1\times 2}{1.2\times(3)^2}\times(\frac{a}{b})^{-\frac{5}{3}}-\frac{1.2.5.8}{1.2.3.4\times(3)^4}\times(\frac{a}{b})^{-\frac{11}{3}}\\+\frac{1.2.5.8.11.14}{1.2.3.4.5\ldots 6\times(3)^6}\times(\frac{a}{b})^{-\frac{17}{3}}-\frac{1.2.5\ldots 20}{1.2.3\ldots 8\times(3)^8}\times(\frac{a}{b})^{-\frac{23}{3}}\\+\frac{1.2.5\ldots 26}{1.2.3\ldots 10\times(3)^{10}}\times(\frac{a}{b})^{-\frac{29}{3}}-\frac{1.2.5\ldots 32}{1.2.3\ldots 12\times(3)^{12}}\times(\frac{a}{b})^{-\frac{35}{3}}\\+\&c.\end{array}\right.$$

qui eſt une Suite composée d'une infinité de termes, dont par aucune des Méthodes connuës on ne peut trouver la ſomme autrement que par cette expreſſion . . . . . .
$\sqrt[3]{(\frac{a}{b}+\sqrt{-1})}+\sqrt[3]{(\frac{a}{b}-\sqrt{-1})}$.

Si donc on met dans cette Suite pour $\frac{a}{b}$ ſa valeur $\frac{q}{2\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}}$, on aura pour l'expreſſion de la Racine qu'on cherche

$$2\sqrt[6]{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}\times\left\{\begin{array}{l}(\frac{q}{2\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}})^{\frac{1}{3}}+\frac{1.2}{1.2.(3)^2}\times(\frac{q}{\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}})^{-\frac{5}{3}}-\frac{1.2.5.8}{1.2.3.4\times(3)^4}\\\times(\frac{q}{2\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}})^{-\frac{11}{3}}+\frac{1.2.5.8.11.14}{1.2.3.4.5.6\times(3)^6}\times(\frac{q}{2\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}})^{-\frac{17}{3}}\\-\frac{1.2.5\ldots 20}{1.2.3\ldots 8\times(3)^8}\times(\frac{q}{2\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}})^{-\frac{23}{3}}+\&c.\end{array}\right.$$

qui ſe réduit à

$$2\sqrt[3]{(\frac{1}{2}q)}\times\left\{\begin{array}{l}1+\frac{1.2}{1.2.(3)^2}\times(\frac{\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}}{\frac{1}{2}q})^2-\frac{1.2.5.8}{1.2.3.4\times(3)^4}\times(\frac{\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}}{\frac{1}{2}q})^4\\+\frac{1.2.5\ldots 14}{1.2.3..6\times(3)^6}\times(\frac{\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}}{\frac{1}{2}q})^6-\frac{1.2.5.8\ldots 20}{1.2.3..8\times(3)^8}\times(\frac{\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}}{\frac{1}{2}q})^8\\+\frac{1.2.5.8\ldots 26}{1.2.3\ldots 10\times(3)^{10}}\times(\frac{\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}}{\frac{1}{2}q})^{10}-\&c.\end{array}\right.$$

DE L'ETAIN.

PREMIER MEMOIRE.

Par M. GEOFFROY.

CE n'est que par une longue suite d'expériences qu'on peut parvenir à connoître avec quelque évidence ce qui entre dans la composition des Mixtes. Les substances métalliques, sur-tout, étant d'un tissu plus serré, plus lié, plus tenace que les Végétaux & les Animaux, exigent un travail beaucoup plus long & plus obstiné, si l'on veut en séparer les principes & en reconnoître les différences. Parmi ces substances métalliques, celles qu'on appelle Métaux parfaits, sont les plus difficiles à décomposer; tels sont l'Or & l'Argent. Dans les imparfaites, le Fer, l'Antimoine, le Zinc, &c. se divisent avec plus de facilité. Enfin il y en a de moyennes entre celles-ci & les premiéres, dont la décomposition paroît difficile, mais non pas impossible, elles semblent avoir été moins travaillées, moins examinées que les autres, telles sont l'Etain, le Bismuth. J'ai choisi le premier pour en faire l'objet d'un travail suivi, d'une espece d'analise qui me fournira la matiére de plusieurs Mémoires. Mais pour mettre quelque ordre dans cette suite de Mémoires, je ne puis me dispenser de commencer celui-ci par un abregé de l'Histoire naturelle de cette substance métallique.

22 Mars 1738.

Ce Métal est le *Cassiteron* des Grecs, le *Plumbum-Album* des Romains, le *Stannum* des Modernes. On en trouve des Mines dans plusieurs Etats de l'Europe, en Saxe & en Mysnie, comme à Stolberg, Geyer, Anneberg, Altemberg, Freyberg, & autres lieux : dans la montagne de Saint-André de la Forêt-noire. En Boheme dans les Mines de Groupe près de Toplitz, dans celles d'Aberdam, de Schonfeld, &c. Dans la Hongrie aux Mines de Schemnitz & du Comté du

Bruckmanni Musæum metallicum.

Lyptow. On en trouve aussi dans quelques endroits des Indes orientales, comme au Royaume de Quidday, entre Tanasseri & le détroit de Malaca. Nous en avons quelques Mines en France, mais pauvres, & d'exploitation coûteuse & difficile.

Woodward distribut. méthodique des Fossiles, pag. 337. Edit. Franç.

« Si l'on s'en rapporte à Woodward, il n'y a point de pays qui » en fournisse de si beau, ni en si grande quantité, que la pro- » vince de Cornoailles en Angleterre. C'est selon lui, la seule » production de cette isle qu'on envoyât dans les autres pays » avant que les Romains y eussent fait des descentes. Les ha- » bitants en faisoient commerce avec les Phoeniciens depuis » l'antiquité la plus reculée. Ils l'envoyoient dans des bateaux » faits d'osier & couverts de peaux, à l'isle de Wight, & de- » là aux côtes de la Gaule les plus voisines. On le conduisoit » ensuite par terre jusqu'à Marseille, où les Phoeniciens ve- » noient l'acheter, & le transportoient dans tous les lieux de leur commerce ».

A l'égard du travail de la mine d'Etain, comme on ne le trouve bien décrit que par les Anglois, c'est de quelques Mémoires inserés dans les transactions Philosophiques que j'emprunte une partie du détail suivant.

Il y a six sortes de Minerai ou marcassite d'Etain, la pâle, la blanche, la grise, la brune, la rouge & la noire. Cette derniére est la plus riche & la meilleure.

Il est rare de trouver des morceaux d'Etain pur & naturel, comme on en trouve d'Or ou d'Argent dans quelques Mines du Mexique, du Perou & du Potosi, que les Espagnols appellent des *Pepites*. Les grains d'Etain, ou ce que les ouvriers nomment ainsi, sont riches à la vérité, plus que la mine ordinaire, mais ils ne rendent que 50 pour cent en métal pur, au lieu qu'il y a des Pepites d'Or sur lesquelles il n'y a presque point de déchet.

Les Anglois experts dans la découverte de ces sortes de mines, tirent leurs indices de plusieurs marques extérieures, dont la principale est la rencontre de quelques morceaux de pierre métallique, épars sur la terre, qu'ils nomment *Shoad* ou *Squad*; le plus souvent on ne les trouve qu'à deux ou

trois

trois pieds de profondeur entre deux lits de roche couleur de fer, & qui ne tient que peu ou point d'Etain, mais plus communément, c'est en observant les rigoles qu'un violent orage a laissées creuses le long des berges des Riviéres: s'ils y apperçoivent quelque lit de terre qui soit d'une couleur différente de celle du terrain plus élevé de la berge, ils ont grande attention de chercher dans ce lit de terre différemment colorée, quelques fragments de Mine. S'ils en trouvent, ils examinent avec le niveau quelle est la pente la plus rapide des lieux voisins de ces rigoles, presque assûrés que c'est de là que l'eau a entraîné ces fragments; ils s'y transportent, & fouillent au plus bas de ces côteaux.

La pierre métallique dont ces fragments ont été détachés, se distingue aisément des autres pierres par sa pesanteur & par sa porosité. Car la mine d'Etain est quelquefois poreuse, à peu-près comme des os qui seroient presque entiérement calcinés; ce n'est pas que ce métal ne se trouve aussi le plus souvent renfermé dans des masses d'une espece de roche compacte & dure comme il a été dit plus haut.

Il y a encore d'autres moyens de reconnoître cette Mine, mais le plus certain, & celui qui donne en même temps une connoissance suffisante du genre & de la richesse de la Mine qu'on a découverte, c'est de la mettre en poudre fine, & de la laver dans une petite nacelle ou gondole, comme on lave les paillettes d'Or des Riviéres auriferes, & de faire ensuite un essai de la partie métallique qui reste après que toute la matiére terreuse en a été emportée par l'eau. Car il y a des Mines qui ne portent pas toûjours du métal également bon; elles ne fournissent quelquefois qu'une substance impure qui n'est ni terre, ni pierre, ni métal, mais un mélange différemment nué qui approche beaucoup du mâchefer.

Plus le *Shoad* ou pierre métallique mêlée sans liaison avec la terre ordinaire se trouve profondément dans la montagne, plus le filon qu'ils nomment le *Load* est prêt à découvrir: il y a aussi de ces sortes de filons qui se trouvent à fleur de terre. Ordinairement la veine ou le filon principal commence

à l'Eſt & court à l'Oueſt; rarement a t-il une direction oppoſée, il eſt preſque toujours incliné, & l'on trouve qu'il s'enfonce de plus en plus à meſure qu'on le ſuit en fouillant : il s'en rencontre même qui deſcendent preſque perpendiculairement, & ſouvent depuis 40 juſqu'à 60 & 80 braſſes, ſurtout lorſque la Mine eſt riche. Le filon principal a auſſi preſque toûjours des branches auxquelles il ſemble avoir donné naiſſance; du moins elles ſortent de cette eſpece de tronc, s'étendant au Nord & au Sud : les ouvriers donnent le nom de *Countreys* à ces branches. Il ſe trouve des filons principaux d'un pied de diametre, d'autres de deux à trois pieds, ce qui varie ſuivant la quantité des matiéres hétérogenes qui s'y joignent.

Quand les ouvriers ont fouillé un peu avant, ils ſont obligés de ſe donner de l'air par des ventouſes ou canaux quarrés perpendiculaires au canal qu'ils ont creuſé, ſans cela ils n'y pourroient tenir leurs lampes allumées, & courroient riſque d'être étouffés eux-mêmes par des vapeurs ſulphureuſes & ſouvent arſénicales, qui ſortent ſubitement des cavités naturelles qu'on rencontre ſouvent dans les Mines, & qui les ſurprennent. On trouve preſque toûjours voiſine de la veine ou filon, une ſorte de *Fluor* qu'ils nomment *Sparr*, & qui ſouvent l'enveloppe, elle eſt commune à la plûpart des Mines, & Beccher la regarde comme leur matrice. C'eſt dans ce *Sparr* qu'on rencontre des pierres aſſés groſſes pour y graver différents ſujets, & aſſés dures pour couper le verre; on les nomme *Diamans de Cornoailles*, elles ſont quelquefois d'un rouge tranſparent, & ont l'éclat des rubis. Sur ce *Sparr* on trouve auſſi une autre ſorte de ſubſtance ſemblable à une pierre blanche tendre que les mineurs appellent *Kellus*, qui laiſſe une écume blanche lorſqu'on la lave dans l'eau en ſortant de la Mine : il ſemble que ce ſoit la même matiére que le *Sparr*, & qu'elle n'en différe que par le degré de pétrification criſtalline.

La Mine ſe détache par les moyens ordinaires décrits par tous les Métallurgiſtes : les principaux outils ſont un pic, une

pioche de fer faite en forme de marteau, un outil asserré d'acier, formé comme un perçoir de Maréchal, qu'ils enfoncent avec un des bouts de leur pioche, pour éclater le filon. C'est dans ce canal soûterrain de la Mine, que les ouvriers commencent à réduire le Minerai en moyens morceaux du poids d'une livre au plus, & c'est en le cassant ainsi qu'on y trouve une autre matiére qu'on nomme *Mondyck:* on la distingue aisément de l'Etain, quoique de couleur brune sale, en ce qu'elle salit les doitgs; cette matiére, si elle reste avec l'Etain, le gâte, lui ôte son éclat, & le rend très-cassant. Le feu dissipe le *Mondyck,* il s'exhale tout en fumée, & l'odeur en est pernicieuse. M. Hellot qui a examiné cette matiére, l'a trouvée presque en tout semblable à une Mine bitumineuse d'Arsenic, qui fut envoyée l'année derniére de Sainte-Marie-aux-Mines, à M. le Controlleur général. Sublimée à grand feu, elle donne à la voute du vaisseau des cristaux d'Arsenic presque noirs, & mêlés d'une suye bitumineuse encore plus noire: mais en retenant ce bitume par quelque corps terreux, par de la chaux éteinte, de la marne, de la craye, on parvient à en sublimer un Arsenic pur & fort blanc.

On porte le Minerai concassé sous des Pilons mûs par une roue qu'un courant d'eau fait tourner, on les jette par pannerées dans une caisse quarrée découverte, dans laquelle coule sans interruption, une chûte d'eau de trois à quatre pouces. L'un des côtés de cette caisse est fermé par une plaque de fer percée de petits trous comme un crible, par où l'eau sort & entraîne avec elle la partie du Minerai qui est pilée assés menue pour passer par ces trous, aussi bien que les matiéres hétérogénes: le tout est conduit par l'eau dans une longue goutiére ou auge de bois. La terre & les autres matiéres hétérogénes, comme plus légéres que le métal, ne font que passer dans l'auge sans s'arrêter, & vont tomber dans des vaisseaux ou dans une fosse qu'on appelle *Loob,* l'Etain comme plus pesant reste dans l'auge; mais pour en perdre le moins qu'il est possible, on a la précaution de mettre à une distance assés considérable des Pilons, du gazon dans l'Auge pour

arrêter l'Etain, & l'empêcher de paſſer outre. On ôte enſuite cet Etain de l'Auge, & on le porte au *Buddle* qui eſt un vaiſſeau ou grande Caiſſe quarrée baſſe, dont le fond eſt un peu incliné, l'eau qui y paſſe continuellement lave le ſable & la terre qui reſte mêlée avec l'Etain, & des ouvriers y agitent ſans diſcontinuer ce mêlange, tant avec leurs pieds qu'avec des Pelles, pour que les lotions s'en faſſent plus exactement. L'Etain groſſier qu'ils nomment le *Brut*, ſe précipite au fond, & le fin reſte au-deſſus : on porte celui-ci appellé *Buddle*, dans un autre vaiſſeau qu'on nomme *Wreck*, on le remue de nouveau avec des Rateaux de bois, pour achever de le laver avec l'eau qui coule auſſi dans ces derniers vaiſſeaux. Dans le *Wreck* l'Etain fin ſe trouve encore au-deſſus, il ne lui faut plus d'autre préparation ; on l'appelle alors Etain noir, en effet il eſt réduit en une poudre auſſi déliée que du ſable noir : on le porte à la fonderie.

On retire enſuite du *Buddle* l'Etain groſſier, on le repaſſe au crible avant que de le reporter ſous les Pilons pour le broyer de nouveau, on lave dans un vaiſſeau qu'on tient & qu'on agite ſous l'eau la partie la plus fine de ce Minerai nouvellement battu, celle qui eſt métallique prend cette fois-ci le deſſous : le ſable, la terre, & les autres matiéres inutiles s'en vont avec l'eau. On reprend cette partie métallique pour la paſſer avec de l'eau par des Tamis fins ; & ce qui paſſe à travers eſt l'Etain noir.

On refait les mêmes opérations ſur l'Etain groſſier qui tombe & reſte le dernier de tous dans le *Buddle* & dans le *Wreck* : c'eſt ce que les ouvriers appellent la *Queue*, comme auſſi ſur celui qui de la goutiére tombe dans le *Loob* ou foſſe dont il a été parlé ci-devant ; on le lave, on le tamiſe, on reporte le groſſier aux Pilons, & le plus fin au *Wreck*.

On eſt toûjours obligé de mêler de la Mine nouvelle avec l'Etain brut qu'on reporte aux Pilons, ſans quoi on ne pourroit le broyer ; les Pilons, diſent les ouvriers, le rebuteroient, parce qu'il eſt déja diviſé en parties aſſés menues pour ne pas faire de réſiſtance à ces Pilons.

A l'égard de l'Etain que le premier lavage entraîne jusque dans le *Loob* ou fosse, les ouvriers l'y laissent pendant un temps assés considérable, ils prétendent qu'il s'y perfectionne, & qu'il s'augmente pendant son séjour. Quant à la fonte de l'Etain noir, on la facilite par le contact immédiat du charbon, c'est-à-dire, qu'on met dans le fourneau un lit de charbon, ensuite un lit d'Etain noir, puis un lit de charbon, & ainsi de suite alternativement jusqu'à une assés grande hauteur. L'ouvroir de ce Fourneau, qui est de l'espece de ceux qu'on nomme vulgairement *Fourneaux à manche,* est beaucoup plus large en haut qu'il n'est en bas; les ouvriers l'appellent la *Maison:* on y fait un feu très-violent qu'on anime par le jeu de plusieurs grands soufflets qu'un courant d'eau fait mouvoir comme dans les Fonderies des autres Métaux. L'Etain qui se fond coule avec l'écume ou les scories, par un trou pratiqué au fond de la *Maison,* dans une grande Auge de pierre, la cendre & les scories qui ressemblent assés à celles de la gueuse de fer, nagent dessus & se durcissent dans un instant; on enleve ces scories, & on les met à part. Autrefois on ne les employoit qu'à rétablir & ferrer les grands chemins, mais depuis 50 ans ou environ, on les rapporte aux pilons, on les lave & l'on en retire encore une bonne quantité d'Etain: on ramasse aussi toutes les terres que l'eau avoit enlevées de la Mine, on les expose à l'air, au bout de 6 ou 7 ans on les travaille, & l'on retire encore une quantité assés considérable de Métal; sans cette précaution elles ne vaudroient rien du tout, au rapport des ouvriers.

On refond cet Etain en gâteau pour le couler dans des moules quarrés & oblongs de pierre dite de *Marais.* On nomme *Slabs* ou Saumons les petits Lingots, les gros s'appellent des *Bloes:* deux livres d'Etain noir, préparé comme il a été dit ci-dessus, rendent ordinairement une livre de Métal pur, & même davantage.

L'Officier préposé par le Roy, marque ces Saumons d'un Lion rampant, & reçoit le droit dû à Sa Majesté, qui étoit autrefois de 4 Schellings pour cent livres d'Etain. Je crois

qu'il y a eu depuis quelques changements à ce sujet, dont j'ai négligé de m'éclaircir, parce qu'ils sont inutiles à ce Mémoire.

A l'égard de la quantité de cet Etain, encore pur & sans alliage, les saumons sont plus ou moins fins, suivant les endroits d'où l'on en coupe pour en faire des épreuves : le dessus ou la creme du saumon est très-douce, & si pliante qu'on ne la peut travailler seule, on est obligé d'y mêler du Cuivre, dont elle peut porter jusqu'à trois livres sur cent, & quelquefois jusqu'à cinq livres. Le milieu du saumon est plus dur, & ne peut porter que deux livres de Cuivre, & le fond est si aigre qu'il y faut joindre du Plomb pour le travailler.

L'Etain ne sort point d'Angleterre dans sa pureté naturelle, ou tel qu'il a coulé du fourneau : il y a des défenses très-rigoureuses de le transporter dans les pays étrangers avant qu'il ait reçû l'alliage du Plomb porté par la Loi. Cependant malgré ces défenses, les curieux trouvent moyen d'en avoir dans sa plus grande pureté. Il est formé ordinairement en larmes longues, desquelles plusieurs sont réunies par une espece de pédicule ou attache commune dont ces longues larmes se séparent aisément. C'est celui que j'appellerai *Etain vierge* dans la suite de ce Mémoire, non qu'on le trouve tel dans la Mine, & sans le secours du feu, comme le Mercure vierge de quelques Mines, ou comme les pepites d'Or & d'Argent, mais parce qu'il vient des Mines les plus abondantes, les plus pures, & que ce sont les premiéres gouttes coulantes de la fonte. C'est cet Etain qui me sert, pour ainsi dire, d'Etalon pour déterminer la pureté de tous les autres Etains que j'examine; car ce qu'on appelle communement *Etain fin* dans le commerce, est déja allié de Plomb.

Outre le mêlange du Cuivre & du Plomb dont je viens de parler, il se trouve des Etains qui sont *gras*, selon l'expression des ouvriers, & dont le planage seroit difficile, si l'on ne les aigrissoit un peu en y ajoûtant du Zinc, ce qu'ils appellent *dégraisser* l'Etain, mais on n'en peut mettre qu'en-

viron une livre ou deux ſur cent livres; car ſi l'on en mettoit beaucoup, il rendroit l'Etain un peu plus difficile à traiter. C'eſt ce qui fait que les bons ouvriers y mêlent plûtôt la limaille d'Epingles, fonduë avec la Réſine, ce qui peut aller à demi-livre ſur deux ou trois cents peſant. On ſçait que le fil de Laiton dont on fait les Epingles, eſt un Cuivre allié avec la Calamine, minéral qui contient une portion de Zinc.

Il y a des ouvriers Anglois, qui pour travailler l'Etain, ajoûtent à celui qui eſt déja allié de Cuivre, du Biſmuth ou Etain de glace, pour donner plus de blanc, plus de corps & plus de brillant à leurs ouvrages. Ce qui va à demi-livre d'Etain de glace ſur la proportion de Cuivre ci-devant marquée.

A l'égard du Régule d'Antimoine, on n'en mêle plus guere dans la Vaiſſelle, parce qu'il la rendoit trop caſſante. On a éprouvé même qu'elle caſſoit en la chauffant ſeulement. Cependant on peut ſur un ſaumon de 360 peſant ajoûter une livre de Régule. Quant aux Cuilleres & aux Fourchettes qui ne vont point au feu, on peut mettre beaucoup plus de ce minéral dans le mêlange pour leur donner la dureté néceſſaire à l'uſage.

On voit aiſément que par tous ces alliages de Cuivre, de Laiton, de Zinc, de Plomb, d'Antimoine, on doit difficilement trouver de l'Etain en lingot qui ſoit pur; mais juſqu'à préſent on n'a eu aucun moyen ſûr pour en connoître la pureté: quoique les Potiers d'Etain ſoient perſuadés que leur eſſai ſuffit, on voit aiſément que l'inſpection de la couleur ne doit donner qu'une connoiſſance imparfaite de cette pureté, comme on n'en a jamais qu'une très-douteuſe du Titre de l'Or ou de l'Argent par la Pierre de touche. Il ſera parlé de cet eſſai des Potiers d'Etain dans la ſuite de ce Mémoire.

Voilà à peu-près tout ce qui concerne la préparation de ce métal, quant à l'uſage œconomique. On trouvera dans le Dictionnaire du Commerce, & dans ſon Supplément, ce qui concerne les différentes formes qu'on lui donne par rapport

à l'emploi qu'en font différents ouvriers, & les Réglements qui regardent le commerce de ce métal; ce qui n'eſt pas de mon ſujet.

Outre l'Etain d'Angleterre & d'Allemagne, les Hollandois apportent encore des Indes orientales en Europe deux autres ſortes d'Etain qui paſſe pour fin; celui de *Melac,* qui eſt l'Etain de Malaca, & celui de *Brencas,* dont je n'ai pû découvrir l'origine, quelques recherches que j'aye faites. Ce premier, regardé comme le plus fin, eſt préféré au Brencas pour les Teintures en Ecarlatte, & par les ouvriers qui mettent les Glaces au teint.

L'Etain examiné par les Chimiſtes, a été mis au nombre des Métaux ſulfureux, & l'on verra par mes expériences que ſon Soufre eſt inflammable par lui-même & ſans aucun mêlange, mais ce Soufre brûlant paroît être uni à une portion de Soufre arſénical, non ſeulement parce que l'odeur de ſes vapeurs l'annoncent, mais parce que l'Etain qui entre dans quelque mêlange métallique, les rend aigres comme feroit l'Arſénic qu'on y auroit introduit. C'eſt à cauſe de l'aigreur que l'Etain communique aux ſubſtances métalliques, qu'on le nomme le *Diable des Métaux.* Quand il eſt une fois mêlé avec eux, & principalement avec l'Argent, il le détruit ou l'altere de maniére qu'on ne ſçauroit le rendre traitable ni l'en ſéparer ſans perdre beaucoup de matiére, à moins qu'on ne le coupelle avec beaucoup de Plomb, & qu'on ne mette ſur la coupelle une quantité proportionnée de limaille de Fer, ſuivant le procédé communiqué par M. Groſſe dans un Mémoire qui fut lû dans l'Académie au mois d'Août 1736.

Outre le Soufre, l'Etain eſt composé encore d'une Terre criſtalline ou vitrifiable; du moins on eſt en droit de le croire ainſi, puiſque de ſa chaux, à l'aide d'un peu de frite, on en fait un Email blanc; & Beccher a remarqué que dans un feu fort violent & long-temps continué, ce métal ſe convertit tout entier en Verre, ſans corroder ni percer le creuſet, principalement quand il eſt pur & ſans aucun alliage de Plomb.

Quelques

Quelques Auteurs ajoûtent à ces deux principes un Mercure semblable au Mercure coulant ; mais il sera toûjours permis de douter de l'existence de ce Mercure, tant que les procédés qu'ils ont publiés pour en faire l'extraction, ne réussiront pas mieux qu'ils ont fait jusqu'à présent.

Comme je n'ai pas dessein d'allonger ces Mémoires par des détails d'opérations déja connuës, je ne parlerai que des moyens que j'ai employés jusqu'à présent pour parvenir à connoître le degré d'alliage des Etains qui sont communément d'usage à Paris. J'ai fait moi-même les essais, suivant la méthode des Potiers d'Etain ; c'est-à-dire, que je me suis servi comme eux d'une espece de Lingotiére faite de tuffeau ou de marne, qui est creusée en maniére de cuillier. Quand l'Etain coulé dans cette cuillier ronde par le petit canal qui y conduit, & qui forme la queuë du jet, est clair & brillant comme l'Argent, il est réputé fin ; cependant frotté rudement sur le papier, il le noircit encore beaucoup plus que ne le fait l'Etain vierge, qui me sert de piéce de comparaison. Lorsque le Plomb passe le titre dans l'Etain commun (où il en doit entrer depuis 18 jusqu'à 20 pour 100) on le connoît à sa couleur noire sur la queuë de l'essai & autour du gâteau moulé dans la cuillier, selon qu'il en est plus ou moins chargé. Donc ce n'est que par une inspection qui peut devenir arbitraire, qu'on juge ainsi de la pureté de ce métal. Quoique cet essai puisse suffire aux Potiers d'Etain pour se conformer aux Réglements de leur Communauté, on sent bien qu'il ne peut donner un indice certain d'une exacte pureté. On va voir que la calcination de ce métal donnera des différences bien plus marquées, & que le moindre alliage de Plomb, ne fût-il que d'un pour cent, sera apperçû, pourvû qu'on fasse cette calcination avec quelque attention. Car de le réduire en chaux par les méthodes ordinaires, en le mettant dans un vaisseau plat de terre ou de fer, & en l'agitant avec une cuillier ou une spatule de fer, on n'est jamais sûr qu'il ne s'y soit point mêlé quelque portion de Fer, puisqu'il paroît par l'expérience de M. Grosse, que le Souffre arsénical

de l'Etain ſe tranſporte, pour ainſi dire, avec avidité, ſur le Fer, le corrode & le ſcorifie.

Je commence par l'Etain vierge d'Angleterre : j'examinerai enſuite ceux qui ſont dans le commerce, en ſuivant l'ordre de leur pureté ou réelle, ou qui fait la différence de leur prix, enſuite j'examinerai les Etains d'un prix inférieur, & que les ouvriers allient différemment ſelon les ouvrages auſquels ils les deſtinent. J'aurois bien ſouhaité trouver un moyen de départir ou ſéparer ce métal de tous ces alliages, pour le remettre dans ſa pureté originaire, ce ſeroit une véritable découverte, qui conſerveroit beaucoup d'Etain perdu dans les Soudures des vieux Plombs, malgré l'attention des Plombiers à en retirer les Soudures avant que de les recouler en table. Mais je n'ai pas encore été aſſés heureux pour y parvenir par des moyens qui fuſſent d'une execution facile & peu coûteuſe pour les ouvriers. La liaiſon de l'Etain avec les matiéres métalliques eſt ſi intime, qu'elle ôte toute eſpérance de ſéparation. Si cependant c'eſt cette portion d'Arſenic, légitimement ſoupçonnée dans l'Etain, qui fait cette liaiſon, il ne paroît pas abſolument impoſſible de trouver quelque maniére de le détourner ſur un autre corps ou terreux ou métallique, & alors le départ de l'alliage auroit peut-être plus de ſuccès : mais je reviens au détail de mes calcinations.

L'Etain, tant le plus pur que l'Etain fin ordinaire, fait fuſer & fulminer le Nitre ſi on le jette en lamines déliées dans ce ſel actuellement en fuſion, ce que ne fait pas le Plomb qui tombe au fond du Nitre, où il ſe convertit en Litharge ſans aucune déflagration. Il y jette ſeulement une vapeur noire, au lieu que celle qui s'éleve de l'Etain eſt blanche, & ſe convertit en fleurs ſi l'on met quelque obſtacle à ſon entiére évaporation. On a déja là une preuve d'une matiére inflammable dans l'Etain. En voici une autre qui démontre que cette matiére inflammable a une eſpece de fixité. Il n'y a qu'à prendre de la chaux ordinaire d'Etain, & la calciner de nouveau dans un creuſet, auſſi-tôt qu'on découvre le creuſet embraſé, & que l'air extérieur a

communication avec cette chaux, on la voit s'allumer, devenir rouge, & pour ainsi dire lumineuse, & pendant qu'elle est ardente, il s'en éleve des vapeurs blanches de même nature que les précédentes : de plus si on jette une chaux semblable dans du Nitre en fusion, elle y fuse comme l'Etain non calciné & comme la chaux d'Antimoine. Ce qui prouve que la matiére inflammable est aussi essentielle à l'Etain qu'à ce minéral ; & ce n'est que par un feu extrême qu'on le peut dépouiller de cette inflammabilité.

Feu M. Homberg a rapporté que si l'on expose l'Etain avec du Fer au foyer du Verre ardent, il se dissipe entiérement en fumées épaisses qui forment dans l'air des filets semblables à ceux qu'on y voit flotter quelquefois dans les jours chauds de l'automne, ou, si l'on veut, semblables aux fleurs de Zinc les plus déliées ; d'où il avoit conclu par analogie, que le Zinc pourroit être composé de Fer & d'Etain. Feu mon Frere & moi, nous avons répété ces expériences, & nous avons vû que quand on tient l'Etain seul sur un charbon au même foyer, il se dissipe insensiblement en fumée ; mais que placé sans charbon sur une coupelle, il y demeure très-long-temps, & forme une demi-vitrification assés agréable à la vûë. Que si, comme mon Frere l'a dit dans un de ses Mémoires, on met la chaux d'Etain en un petit monceau pyramidal au milieu d'une coupelle, cette chaux ne se fond pas au foyer, mais s'amollit seulement, & à mesure qu'elle perd de sa propre substance par la fumée qui s'en éleve, le reste du monceau se crible peu-à-peu, & semble s'arranger en petites houppes ou cristaux déliés, roides, cassants & transparents, qui restent presque inaltérables dans ce feu extrême. D'où l'on doit conclurre l'existence d'une terre vitrifiable, second principe qui entre essentiellement dans le composé de ce métal.

Aucune expérience ne m'a démontré de même la présence du Mercure qu'on y suppose ; à moins qu'on ne la veuille conclurre de la facilité que le Mercure a de s'amalgamer presque dans l'instant avec ce métal, ce que quelques Auteurs

prétendent qu'on ne peut rapporter qu'à cette avidité d'union qu'ont entr'eux les ſemblables. Comme l'Etain eſt aſſés facile à calciner, il accélere la calcination du Mercure, lorſqu'on l'a amalgamé avec ce métal, & qu'on met cuire cette amalgame dans un matras placé ſur un bain de ſable. Inſenſiblement je me ſuis écarté de mon objet qui, quant-à-préſent, eſt l'eſſai de ce métal par la calcination.

ETAIN VIERGE.

Pour la faire avec exactitude, j'ai mis d'abord dans un creuſet deux onces de cet Etain en larmes, que j'ai nommé *Etain vierge.* J'ai chauffé le creuſet juſqu'à le rougir, & je l'ai entretenu, le mieux qu'il m'a été poſſible, dans ce premier degré de chaleur, j'ai rangé de côté la chaux à meſure qu'elle ſe formoit ſur ce métal. C'étoit une pellicule en petites écailles blanches un peu rougeâtres. Cette expérience m'a fourni une obſervation que perſonne, à ce que je crois, n'a faite avant moi, du moins je n'ai pas connoiſſance qu'aucun Auteur l'ait rapportée ; c'eſt que pendant la calcination de l'Etain, ſoit qu'on rompe la pellicule qui ſe forme à la ſurface du métal en fuſion rouge, ſoit qu'on la laiſſe en repos ſans y toucher, on apperçoit en pluſieurs endroits un petit ſoûlevement d'une matiére qui ouvre & traverſe la pellicule. Cette matiére ſe gonfle, rougit en s'allumant, & jette une petite flamme blancheâtre, auſſi vive & auſſi brillante que celle du Zinc, lorſqu'on le pouſſe à feu aſſés fort pour en faire les fleurs. On peut encore comparer la vivacité de cette flamme à celle de pluſieurs petits grains de Phoſphore d'urine qu'on allumeroit en les faiſant tomber doucement ſur de l'eau bouillante. De cette flamme blanche il s'exhale une vapeur blanche, après quoi la maſſe ſoûlevée s'écroule en partie, & ſe réduit en une poudre blanche légere, & tachée quelquefois de rouge ſelon la force du feu. Après ce commencement d'ignition, il y a des ſoûlevements de matiéres plus forts, plus nombreux ou plus fréquents, dont il ſort une aſſés groſſe fumée blanche qu'on peut arrêter par un couvercle de tole ou de cuivre rouge ajuſté au creuſet : ce ſont des fleurs d'Etain qui rongent un peu ces métaux ; d'où l'on peut conjecturer que

c'eſt une portion d'Arſenic qui en facilite la ſublimation, ce qui a fait mettre l'Etain au nombre des ſubſtances métalliques volatiles. A l'égard de cette premiére chaux qui s'eſt accumulée ſur l'Etain en fuſion, elle eſt blanche & rouge, c'eſt-à-dire, que les petites écailles qui la compoſent ſont rouges en deſſous & blanches en deſſus.

Quand la croute formée par cette chaux eſt aſſés épaiſſe ou en aſſés grande quantité pour ne pouvoir plus être rangée de côté, & laiſſer une portion du Métal à découvert, je fais ceſſer le feu, parce qu'il ne ſe formeroit plus de chaux; la communication de l'air extérieur avec le bain d'Etain y étant néceſſaire. Lorſque le creuſet eſt refroidi, & qu'on a fait tomber la chaux qui couvroit le métal, on apperçoit un *cercle rouge* autour du creuſet & au bord de cet Etain vierge, comme ſur les autres Etains qui ſont fins, & à l'endroit qui étoit couvert de la chaux rangée en monceau. Je ſoupçonne que c'eſt une portion du ſoufre allumé de ce métal, qui n'ayant pû traverſer cette maſſe de chaux pour ſe diſſiper en fumée, s'y eſt attachée, & y a laiſſé cette teinte : il faut faire obſerver que ſi le feu eſt trop fort, l'inflammation des particules ſulphureuſes, ni les fumées blanches qui s'en élevent, ne s'apperçoivent pas ſi bien que lorſque le feu eſt tel qu'il le faut pour entretenir ſimplement le creuſet rouge de cériſe.

Je recommence la calcination après que j'ai ſéparé la premiére chaux; à ce ſecond feu les végétations ou bourſoufflements ſont plus conſidérables, & s'élevent en forme de chou-fleurs, mais leur aſſemblage eſt toûjours compoſé de petites écailles, la portion de cette végétation qui a été bien calcinée eſt auſſi blanche & rouge; il s'en eſt trouvé même de petits morceaux dont la ſurface inférieure étoit totalement rouge, il ſemble qu'en continuant ces calcinations il s'éleve des vapeurs ſulphureuſes d'un autre genre que dans le commencement; puiſqu'au premier feu toute la chaux étoit parfaitement blanche, au lieu qu'au ſecond elle a commencé à être tachée en quelques endroits d'une teinte noire; & comme j'ai éteint & rallumé le feu douze fois pour calciner entiérement mes

deux onces d'Etain, j'ai eu occasion de m'assûrer que dès le quatriéme feu, & quelquefois dès le troisiéme, les taches rouges de la chaux diminuent, & les noires augmentent, que les végétations cessent, que la croute de chaux reste platte; qu'au douziéme feu l'Etain ne fournit plus de cette croute écailleuse que vers la fin, les ondulations du métal en bain ne paroissent plus, & que le peu de chaux qui reste est mêlée de quelques grains de métal très-menus, & qui paroissent beaucoup plus durs que l'Etain. Je n'en ai pas pu rassembler en assés grande quantité pour les coupeller, & m'assûrer si ce ne seroit pas de l'Argent.

Comme j'avois fait cette calcination à douze reprises, j'avois douze tas de chaux presque toute en écaille, & encore un peu dure, il auroit été trop long de les recalciner toutes séparément; ainsi je les ai réunies en quatre lots, formés chacun de trois, pris suivant leur ordre de calcination: en donnant à chacun un feu assés fort & assés long pour que la calcination en fût la plus exacte qu'il seroit possible, j'ai eu toutes ces chaux d'un très-beau blanc; à la réserve du premier lot, qui étant composé de la chaux des trois premiers feux, laquelle avoit des écailles teintes de rouge, a conservé une teinte incarnate, mais presque imperceptible. Ces deux onces d'Etain vierge ont augmenté à la calcination de 2 gros 57 grains.

Il est à remarquer, comme on le verra par la suite, qu'il n'y a que cet Etain vierge qui donne une chaux d'un blanc parfait: or cette blancheur étant telle qu'elle ne peut provenir que d'un Etain pur, elle servira à déterminer, beaucoup mieux que l'essai des Potiers d'Etain, quel peut être à peu-près le degré d'alliage, ou le Titre d'un autre Etain dont on lui comparera la chaux. Je dis à peu-près, car je sens bien qu'on pourroit m'objecter que ce n'est pas là encore un essai chimique de la derniére exactitude. Mais y en a-t-il d'exacts? Ceux même de l'Or & de l'Argent ont-ils cette exactitude requise? Ne dépendent-ils pas de la justesse des balances & des poids, des précautions de l'essayeur, & du choix du Plomb qu'on employe aux coupelles?

Passons à la calcination des autres Etains d'usage, pour en comparer la chaux. Ils ont tous été traités avec les mêmes précautions, & en douze calcinations comme le précédent.

ETAIN FIN des Potiers d'Etain.

L'Etain que les Potiers mettent en œuvre sous le nom d'*Etain fin*, a donné, étant en fusion rouge, une croûte qui n'a ni végété, ni ne s'est allumée, elle étoit blanche-grisâtre, mêlée de quelques petites parties rouges & dures. La chaux du second feu s'est enlevée en une plaque encore plus dure; elle étoit assés blanche, & tachetée aussi par dessous de quelques petits points rouges. Au troisiéme feu il y a eu quelques endroits qui se sont gonflés, & dont il a sorti de petits jets de flamme, mais peu brillante. La croûte de cette chaux étoit tachetée de verd, indice de Cuivre dans cet Etain, & j'ai eu la confirmation que le Cuivre étoit entré dans l'alliage de cet Etain, en le dissolvant dans des Esprits acides. La chaux du cinquiéme feu a pris une couleur d'un gris de cendre. Les sept autres chaux ont été peu différentes de celle-ci. Ces douze chaux réünies en cinq lots, & calcinées de nouveau, le premier lot est resté d'un blanc un peu incarnat, le second un peu gris, le troisiéme à peu-près de la même couleur, mais tirant un peu sur le verdâtre, le quatriéme gris de perle, & le cinquiéme de couleur de cendre-foncée & un peu olivâtre. Les 2 onces de cet Etain ont augmenté de 2 gros 59 grains.

ETAIN COMMUN.

Cet Etain se réduit assés promptement en chaux, la croûte qui se forme dessus est assés ferme pour être enlevée avec la verge de fer sans se rompre, elle est d'un gris blanc; la seconde chaux, d'un gris de terre cuite; la troisiéme & la quatriéme, d'un gris plus foncé, tirant sur le verdâtre; la cinquiéme tout-à-fait olive. Les sept autres sont à peu-près semblables. Il y a eu de petites parties de la premiére chaux qui se sont allumées comme dans l'opération sur l'Etain vierge, mais avec cette différence que ce dernier donne des fumées blanches, & que celui-ci, après en avoir donné un peu de semblables, finit sa fulguration par des fumées noires qui tachent de cette couleur les endroits de la croûte par lesquels

elles ſont ſorties. En recalcinant ces chaux, le premier des cinq lots donne une chaux de la même teinte de blanc de la ſeconde chaux de l'Etain fin des Potiers. Les quatre autres lots ſont devenus d'un gris de plus en plus foncé, & le cinquiéme entr'autres eſt reſté tout-à-fait brun & fort grenu. Les 2 onces de cet Etain commun ont diminué de 15 grains, au lieu que les précédents ont conſidérablement augmenté, ce qui doit y faire ſoupçonner du Biſmuth mêlé avec les 18 ou 20 pour 100 de Plomb, parce que ce minéral étant volatil, il doit s'évaporer pendant la calcination.

ETAIN des Invalides. J'ai calciné de même un autre Etain, dont l'alliage eſt inconnu aux Potiers d'Etain. Un d'entr'eux avoit entrepris la fourniture de la Vaiſſelle des Invalides; l'Etain qu'il préſenta pour eſſai étoit aſſés beau, beaucoup plus dur que l'Etain commun, & par conſéquent moins ſujet à ſe boſſeler. Mais cet ouvrier, attaqué par les Jurés de ſa Communauté, pour avoir fait des alliages contre leurs Réglements, fut condamné à la Police, ſes Parties ayant donné des preuves ſuffiſantes de ſa prévarication. La premiére croûte de chaux qui ſe forme ſur cet Etain en fuſion ſe gonfle & s'enflamme en quelques endroits comme le Zinc qu'on calcine; il s'en échappe des fumées blanches qui deviennent enſuite plombées, & ces parties de chaux en s'éteignant, reſtent plus ou moins jaunes ſelon le temps qu'elles ont demeuré enflammées. Le reſte de la chaux demeure griſâtre & friable à peu-près comme des carreaux de terre mal cuite.

La ſeconde chaux eſt de couleur de terre d'ombre, & les autres ſont de plus brunes en plus brunes, à compter de la 3.me à la 12me. Ces mêmes chaux recalcinées n'en ont point donné de blanche. Les premiéres ont été jaunâtres, les autres de couleur de Tuthie, & la derniére totalement brune. Cet Etain a augmenté ſur 2 onces de 2 gros 40 grains.

Il y a encore, comme je l'ai dit, deux ſortes d'Etain qu'on nous apporte des Indes orientales, ſçavoir le *Melac* ou Etain de Malaca & le *Brencas*. Ces Etains ſortent du pays formés en petites maſſes quarrées, qu'on nomme *petits chapeaux*. Les ouvriers

ouvriers donnent la préférence au *Melac*, qu'ils regardent comme le plus doux, & en état par conséquent de porter plus d'alliage que le *Brencas*. Mais le profit que les ouvriers tirent du *Melac* ne sert guere qu'à les dédommager du déchet de la fonte d'une grande quantité de ces petites masses, dont la plûpart ne pesent pas tout-à-fait une livre quatre onces. Au lieu qu'en fondant des saumons d'Angleterre, il y a beaucoup moins de perte, puisque les ouvriers ne comptent ordinairement que six deniers par livre pour le déchet de celui-ci.

On apporte aussi quelquefois en Europe de l'Etain de Siam en petits pains plats qu'on nomme *biscuit*. Les ouvriers n'en font point de cas : il est, disent-ils, quelquefois doux, quelquefois aigre & cassant, mais le plus souvent gras, difficile à planer, & d'un grand déchet à la fonte. C'est ce qui est cause qu'on n'en fait presque plus la traitte.

ETAIN de BRENCAS.

J'ai fait la calcination du *Brencas* comme les précédentes. Les trois premiéres chaux ne m'ont rien fait appercevoir de remarquable. Au quatriéme feu, il s'est formé une végétation en plusieurs rameaux de la hauteur de 6 à 7 lignes ; ensuite cette végétation s'est allumée, & a donné une flamme aussi brillante que celle de l'Etain vierge. En s'éteignant, elle laisse une chaux assés blanche, à la réserve de quelques endroits qui restent teints par cette fumée noirâtre qui succede aux fumées blanches. Les autres chaux des feux suivants sont restées plus blanches sans taches rouges. Les derniéres n'ont plus végété. En recalcinant ces chaux réunies en cinq lots comme les précédentes, elles sont toutes restées blanches, à la réserve du premier lot, qui ayant d'abord quelques écailles rouges, est demeuré de couleur un peu incarnate. L'augmentation du poids de ces 2 onces a été de 3 gros 48 grains.

ETAIN de MELAC.

Celui-ci n'a rien eu de singulier dans sa calcination : seulement les premiéres fumées qui s'élevent de ses végétations allumées sont un peu plus bleuâtres que celles de l'article précédent, finissant comme elles par des fumées noires. La derniére chaux est de couleur un peu plus terreuse que la derniére de l'Etain vierge. Ces 2 onces d'Etain ont augmenté

de 3 gros 12 grains. C'eſt 36 grains moins que le *Brencas;* donc on peut ſoupçonner dans le *Melac* quelque alliage de matiére volatile qui ne ſeroit pas dans le *Brencas*.

ETAIN d'anciens Saumons d'Angleterre.

Les premiéres pellicules calcinées de cet Etain ſont plus rouges que blanches. Au quatriéme feu, il végete comme l'Etain de *Brencas*, s'allume de même, a des fumées ſemblables, & laiſſe une chaux aſſés blanche, parſemée cependant de petits points noirs que je n'ai point remarqués dans les chaux des autres Etains. Cette chaux récalcinée a été parfaitement ſemblable aux chaux du *Brencas* & du *Melac:* cet Etain augmente en poids de 3 gros 15 grains ſur 2 onces.

En comparant toutes ces chaux, on voit que plus l'Etain eſt fin, plus elles ſont blanches. Mais, comme je l'ai déja dit, la chaux de l'Etain vierge eſt la plus blanche de toutes. C'eſt donc une maniére d'eſſayer les Etains qui peut être de quelque utilité, puiſque leurs chaux ne prennent des teintes qui s'éloignent du blanc parfait qu'à proportion de l'alliage qui ſe calcinant avec le véritable Etain, le ſalit de la couleur que cet alliage prendroit s'il étoit calciné ſeul. Le Plomb doit fournir du jaune citronné; le Cuivre, la couleur du Biſtre, plus ou moins affoiblie, ſelon la quantité qu'on y en a miſe; le Zinc qui ſe calcine ſans s'élever en fleurs, reſte d'une couleur tannée & terreuſe, & communiquera de cette couleur à proportion qu'il en ſera reſté plus ou moins dans le mélange; car ſi tout le Zinc eſt converti en fleurs, la chaux d'Etain reſtera blanche, comme on le verra dans un des exemples ſuivants. Le Biſmuth qui contient une portion aſſés conſidérable de matiére noire, contribuera auſſi à ſes changements, qui peuvent cependant dépendre du mélange de deux ou trois de ces ſubſtances métalliques unies enſemble à l'Etain, ou dans le lieu de ſon origine, ou chés les ouvriers qui l'employent, & qui ne cherchent qu'à lui donner de la dureté & du brillant; en ce cas il ſera plus difficile de prononcer avec quelque ſûreté ſur ces mélanges compoſés.

Ce n'étoit pas aſſés d'avoir calciné des Etains dont les alliages m'étoient peu connus: on n'auroit eu aucune confiance

à ce que je viens d'avancer ſur les différences de leurs chaux, ſi je n'avois pas fait moi-même des alliages pour les calciner enſuite. Ainſi j'ai fondu enſemble 12 gros & demi d'Etain vierge avec 2 gros & demi de Plomb, ce qui fait un alliage de 20 pour 100. J'ai calciné une once de ce mêlange. Les premiéres croûtes ſe ſont formées aſſés dures pour ſe lever preſque toutes entiéres de deſſus le métal en fuſion; elles étoient blanches & jaunâtres. Après avoir ôté quatre à cinq de ces croûtes, il s'en éleve quelques petites végétations qui ont un peu déflagré, & donné une fumée blanche; puis elles ſe ſont rompuës, & réduites en une poudre blanche & rougeâtre tirant ſur le jaune doré, c'eſt un Plomb réduit en maſſicot & mêlé avec la chaux d'Etain. Autour du creuſet il y avoit un cercle rouge fort dur, qui eſt un *Minium* qui ſemble vouloir ſe vitrifier dans la partie la plus adhérente au creuſet. Au ſecond & au troiſiéme feu, il ne s'eſt formé d'abord ſur le métal qu'une ſeule croûte: lorſqu'elle a été enlevée, la chaux qui a été reproduite à la ſurface du bain s'eſt peu-à-peu élevée en un monceau qui s'eſt allumé à diverſes repriſes, mais foiblement, puis il s'eſt réduit en une poudre légere un peu rougeâtre: il a donné auſſi des vapeurs blanches. Au quatriéme feu, la chaux s'eſt allumée ſur le métal en flux comme des grains de Phoſphore qu'on y auroit parſemés, puis elle s'eſt durcie en une croûte continuë: en la rangeant de côté, on voit des ondulations circulantes comme ſur le Plomb actuellement en bain dans une coupelle, ou dans un creuſet plat à ſcorifier. Au cinquiéme feu, il y a eu des fumées noires, & ce qui s'eſt calciné eſt reſté verdâtre. Au ſixiéme feu, mêmes fumées noires & une chaux couleur d'olive. Il a fallu recalciner ces chaux, afin que l'expérience fût en tout ſemblable aux précédentes: & il a reſté de cette ſeconde calcination partagée en trois portions égales, une premiére chaux d'un gris-cendré, une ſeconde chaux d'un gris plus clair, mais toutes deux plus blanches que celles qui viennent de l'alliage du Biſmuth dont il ſera parlé ci-après: enfin une troiſiéme chaux couleur d'orpin, qui eſt la couleur

d'un des deux maſſicots des Peintres, l'autre eſt d'un jaune-pâle de citron ; & l'on ſçait que tous les deux ſont préparés avec le Plomb, ainſi cette chaux eſt un véritable maſſicot encore allié d'un peu d'Etain, comme je viens de le dire.

Je ferai obſerver ici que tant dans ces calcinations que dans les ſuivantes, c'eſt preſque toûjours l'Etain qui ſe calcine le premier ; que le métal ou le minéral qui lui a été uni pour alliage, ne ſe calcine qu'après, ſur-tout s'il eſt moins volatil que l'Etain : que la premiére chaux étant preſque toûjours celle de l'Etain ſeul, elle eſt aſſés blanche, & que pour juger des alliages par la comparaiſon des chaux, il faut ſe ſervir des derniéres chaux par préférence aux premiéres.

Au reſte ces deux métaux, l'Etain & le Plomb, qui calcinés ſéparément, auroient dû augmenter de poids conſidérablement, étant calcinés enſemble, n'ont augmenté que de 31 grains par once, ce qui eſt peu en comparaiſon de l'augmentation des chaux dont il a été parlé précédemment. Il n'y a point eu de différence dans la maniére d'opérer, & même pour rendre l'obſervation plus certaine par rapport à cette ſingularité, l'opération a été répétée, & il n'y a eu aucune différence en plus.

Le Zinc ſubſtitué au Plomb, pour faire toûjours l'alliage de l'Etain à 20 pour 100, a donné un métal fort blanc qui peut encore ſe planer un peu, & qui ſe plie & ſe replie deux ou trois fois ſans ſe caſſer ; mais il eſt très-aiſé à fondre, & auſſi-tôt qu'il eſt en fonte un peu rouge, le Zinc le quitte & s'éleve en fleurs, blanches au haut du creuſet, & griſes dans la partie qui touche à l'Etain. Les premiéres calcinations de l'Etain qui reſte après que le Zinc s'eſt ſéparé, n'ont rien de plus particulier que celles des autres Etains fins dont il a été parlé. La quatriéme & la cinquiéme ont pris ſeulement une couleur un peu cendrée.

Toutes ces chaux recalcinées en trois portions ou lots, ſont reſtées auſſi blanches que les chaux du *Melac* & du *Brencas*. Le mêlange a augmenté de 64 grains par once.

J'ai dit ci-devant que le Zinc doit colorer la chaux d'Etain

d'une teinte tannée & terreuse s'il se calcine sans déflagrer. Or il se calcine ainsi s'il entre dans l'alliage en petite quantité, parce que l'Etain fera alors le même effet sur le Zinc qu'un couvercle exactement luté au creuset dans lequel on calcineroit ce minéral, en empêchant le contact de l'air extérieur; car tant que ce minéral en fusion n'a point de communication avec l'air, il ne peut fulminer, & on le trouve réduit presque tout entier dans le creuset en une matiére peu différente, quant à la couleur, de la terre d'ombre des Peintres. Cette observation sera plus étenduë dans le troisiéme Mémoire que M. Hellot doit donner sur le Zinc.

J'ai fait un alliage d'Etain vierge avec quatre pour cent de Cuivre de Rosette, ce qui fait un métal un peu sec, mais assés blanc dans sa coupe. Une once de ce mêlange, traité comme les précédents, a donné des végétations en choufleurs, élevées de 5 à 6 lignes, en partie blanches, en partie teintes de noir par la fumée qui s'en élevoit: elles se sont allumées d'espace en espace comme celles dont il a été parlé précédemment; & les chaux ayant été calcinées une seconde fois en trois lots, le premier s'est trouvé d'un gris cendré: c'est une chaux blanche qui reste teinte malgré la seconde calcination de cette trace noire qu'avoit laissé sur la végétation précédente la fumée qui s'élevoit du métal en bain. Le second lot étoit d'un jaune verdâtre. Enfin le dernier avoit une couleur brune tirant sur le rouge, parce que c'est dans cette derniére chaux que reste la plus grande partie du Cuivre calciné en *Æs ustum.* Ce mêlange augmente à la calcination d'un gros 46 grains par once.

Le Bismuth allié à l'Etain vierge au poids de 20 pour cent, donne un métal si aigre, qu'il casse pour peu qu'on veuille le plier. Lorsqu'on le calcine, il donne des croûtes fort dures, d'un blanc jaunâtre, qui s'enlevent sans se rompre. Il y a eu peu de végétations dans les quatre premiers feux, mais au cinquiéme la croûte ou pellicule s'est élevée en champignon, & sous ce champignon dérangé j'ai vû de petites fulgurations dans le bain. La chaux de ce cinquiéme feu étoit

rougeâtre ; les précédentes d'un blanc jaunâtre sale. Ces chaux recalcinées en trois lots, le premier est resté d'un jaune tirant sur le couleur de paille affoibli ; le second un peu plus jaune, & le troisiéme de la couleur du Tripoli de Venise. Ces jaunes sont aisés à distinguer du jaune que donne le Plomb : ce dernier est citronné, les autres sont terreux. La chaux d'Etain qu'on achete actuellement chés les Potiers d'Etain, & qui sert, comme on sçait, à polir différents ouvrages, est à peu-près de cette couleur. Une once de ce mêlange de Bismuth & d'Etain augmente d'un gros 52 grains dans la calcination.

Vingt pour cent de Régule d'Antimoine fondu avec l'Etain vierge, donne un métal assés blanc, mais aigre, & presque aussi cassant que le précédent. En le calcinant, il s'en éleve beaucoup de vapeurs blanches. Les premiéres chaux sont d'un gris de cendre clair ; il ne se fait point de végétation, & il y a peu de parties qui s'allument : la derniére chaux est comme de l'ardoise pilée. Cette couleur ardoisée s'observe aussi dans la calcination de l'Antihectique de Poterius, lorsqu'on ne l'a pas calciné avec une quantité suffisante de Nitre pour enlever tout le Soufre du Régule d'Antimoine, & en faire un diaphorétique parfait, ou lorsque le feu n'a pas été assés vif pendant la fonte des matiéres.

Ces chaux d'Antimoine & d'Etain calcinées une seconde fois, fument encore, & blanchissent un peu, parce que pendant la seconde calcination il s'évapore encore du Régule qui fait la teinte ardoisée. Ce mêlange augmente d'un gros & 6 grains par once pendant la calcination.

Il n'est pas surprenant que des alliages à 20 pour 100, donnent des chaux si sensiblement colorées, mais il le sera qu'une chaux d'Etain vierge, dans laquelle je ne mets qu'un pour cent de Plomb, soit, sur-tout la derniére, teinte d'une couleur de gris de perle cendré, qui la distingue d'une semblable derniére chaux de l'Etain vierge calciné sans alliage ; ce qui prouve encore que l'Etain est toûjours le premier qui se calcine, & qu'ainsi il faut faire les calcinations de ce métal à plusieurs reprises pour séparer les premiéres chaux des

dernières, si l'on veut avoir quelque connoissance de l'alliage qui y est entré. La plûpart de ces différences s'apperçoivent encore dans les dissolutions de ce métal par les acides dont je réserve le détail pour la seconde Partie de ce Mémoire. Je finirai cette premiére Partie par l'observation suivante.

C'est que tous les Creusets qui m'ont servi à calciner les Etains fins, & qui la plûpart ont été jusqu'à 15 & 18 fois au feu, ayant commencé à se vitrifier, la partie d'embas de ces Creusets & le support qui leur a servi, se sont enduits d'un Verre pourpre: les Creusets qui ont servi aux Etains communs, ou ceux que j'avois alliés de 20 pour 100, n'ont point pris cette belle couleur, qu'on ne peut guere attribuer qu'au Soufre de l'Etain, qui se joignant au sable & à la partie ferrugineuse de la terre de ces Creusets, donne cette teinte à la vitrification, qui sans l'Etain ne seroit que rouge si le Fer y domine, ou jaune si c'est du Plomb.



SUR LA PROPAGATION DU SON.

Par M. CASSINI DE THURY.

16 Avril 1738.

QUOIQU'ON ait toûjours remarqué que le Son employoit plus ou moins de temps à se transmettre à nous suivant que nous sommes plus ou moins éloignés du lieu où il est produit, cependant il ne paroît pas que l'on ait encore déterminé avec toute la précision requise l'espace qu'il parcourt dans un temps donné, & qu'on ait fait toutes les expériences nécessaires pour constater si sa vîtesse est toûjours uniforme dans les plus petites comme dans les plus grandes distances, & s'il y arrive des variétés suivant les différentes circonstances des temps; du jour & de la nuit, du temps serein ou de la pluye, de la force & de la direction des vents.

Entre les plus exactes observations qui en ont été faites jusqu'à présent, on trouve celles qui sont rapportées dans les Mémoires de l'Académie *del Cimento* de Florence, & dans les Transactions Philosophiques du mois de Janvier 1708 par M. Derham.

Il paroît par ces derniéres que l'on n'étoit pas encore d'accord sur le temps que le Son employe à parcourir un espace déterminé, puisque par le résultat des expériences faites par divers Auteurs, qui y sont rapportées, il s'y trouve des différences très-considérables, ce qu'on attribuë avec raison à ce qu'on n'avoit pas employé jusqu'alors des espaces assés grands pour déterminer la vîtesse du Son avec la précision requise.

Suivant les observations faites par l'Académie des Sciences, & rapportées par M. du Hamel, on a trouvé que le Son employe une seconde à parcourir 180 toises ou 1080 pieds de Roi. Cet espace, quoique plus petit que la plûpart de ceux que l'on avoit supposés auparavant, se trouvoit encore plus grand que celui qu'on avoit observé en Italie & en Angleterre, ainsi

ainsi il étoit nécessaire de s'assûrer de sa quantité avec toute la précision possible.

C'est ce que l'Académie a jugé à propos de faire executer, & dont elle nous a fait l'honneur de nous charger avec M. Maraldi, l'Abbé de la Caille, & diverses autres personnes exercées aux observations.

Pour le faire avec le plus d'exactitude qu'il seroit possible, il convenoit d'employer des distances beaucoup plus grandes que celles dont on s'étoit servi jusqu'à présent, afin que les erreurs que l'on peut commettre dans la mesure du Temps, étant distribuées dans un plus grand intervalle, n'en pussent produire qu'une très-petite dans la mesure de la vîtesse du Son.

Nous choisîmes pour cet effet l'Observatoire, Montmartre, la Tour de Mont-lehery, Dammartin, & divers autres lieux visibles les uns des autres, dont les distances étoient pour la plûpart connuës exactement par les observations qui y ont été faites ci-devant pour déterminer la Méridienne & le Parallele de Paris.

Nos premiers essais furent à l'Observatoire, à Montmartre & au Moulin de Fontenay-aux-Roses, où nous fîmes tirer pendant la nuit plusieurs Boîtes successivement. Mais comme la direction du vent, qui étoit favorable dans un sens, se trouvoit contraire dans un autre, ce qui faisoit que l'on ne pouvoit pas entendre réciproquement de ces divers endroits le bruit de ces Boîtes, nous jugeâmes qu'il falloit y employer les plus gros Canons que nous pourrions trouver, & nous eûmes recours à M. le Prevôt des Marchands, qui voulut bien nous prêter tous ceux de la Ville dont nous aurions besoin.

Le plus gros étoit de 12 livres de balle, & nous le fîmes conduire à Montmartre près de la Piramide que l'on y a dressée par ordre du Roy sur le Méridien de l'Observatoire.

Le second étoit de 8 livres de balle, & on l'envoya au pied de la Tour de Mont-lehery, d'où l'on découvre, de même que de Montmartre, un grand nombre d'objets à une très-grande distance.

Voici la regle & l'ordre que nous nous prescrivîmes pour

faire ces expériences, & il ne sera peut-être pas inutile de les rapporter ici, afin que l'on puisse juger de l'exactitude que l'on en pouvoit attendre.

On avoit placé le premier jour à Mont-lehery, à Montmartre, au Moulin de Fontenay & à l'Observatoire, deux Observateurs à chacun de ces endroits avec des Pendules & des Montres à secondes, afin de marquer le moment que l'on verroit la lumiére du Canon, & compter l'intervalle du temps écoulé entre cette lumiére & le Son qui devoit succéder ; car dans de pareilles distances l'on doit compter pour rien le temps de la propagation de la lumiére, ayant calculé qu'elle n'employeroit qu'environ 2 secondes pour venir de la Lune à la Terre.

A $9^h\ 25'$ on devoit tirer à l'Observatoire une Boîte chargée d'une livre de poudre pour servir de signal, qui devoit être suivi de deux coups de Canon tirés à Montmartre, l'un à $9^h\ 30'$, & l'autre à $9^h\ 50'$.

On devoit ensuite tirer deux autres coups de Canon à Mont-lehery, le premier à $10^h\ 0'$, & le second à $10^h\ 20'$.

Chacun de ces Observateurs comptoit séparément les vibrations de la Pendule que l'on avoit placée dans l'endroit même d'où l'on voyoit le feu du Canon, à la réserve de Mont-lehery, où je fus obligé de la mettre dans la Tour, où je faisois compter les vibrations pour les entendre du lieu où j'observois, qui en étoit éloigné de 4 à 5 toises.

Dès la premiére observation, qui fut faite le 13 Mars, cela s'executa ponctuellement, le vent étoit Nord & assés grand, les deux coups de Canon tirés à Montmartre, furent entendus de Mont-lehery, le premier $1'\ 22''\frac{1}{2}$ & le second $1'\ 23''$ après la lumiére.

On les entendit de l'Observatoire $16''$ après le feu. La Boîte tirée à l'Observatoire, fut entenduë à Fontenay $18''\frac{3}{4}$ après la lumiére & les deux coups de Canon tirés à Montmartre $32''\frac{1}{4}$ après le feu.

A l'égard du Canon qu'on tira ensuite à Mont-lehery, on en vit le feu très-distinctement, mais on n'en put pas entendre

le bruit d'aucun des trois autres endroits, à cause du vent qui étoit contraire à la direction du Son.

On eut dans cette observation, par le moyen du Son, les dimensions d'un Triangle qui se termine à l'Observatoire, à Montmartre & au Moulin de Fontenay-aux-Roses, & dont les côtés se sont trouvés dans le rapport de 16″, 18″ $\frac{1}{4}$ & 32″ $\frac{1}{4}$ à très-peu près conformes aux distances que nous avions déterminées entre ces lieux par des opérations Trigonométriques, celle du Moulin de Fontenay à l'Observatoire étant de 3268 toises, de l'Observatoire à la Piramide de Montmartre, de 2931 toises, & de Montmartre à Fontenay-aux-Roses, de 5788 toises.

Comme le Moulin de Fontenay-aux-Roses étoit éloigné de plusieurs degrés de la direction de Montmartre à Mont-lehery, & qu'il étoit à souhaiter de pouvoir faire des observations dans des lieux intermédiaires, qui fussent en même temps dans la direction des deux endroits où étoient placés les Canons, afin de juger si la somme du temps que le Son employe à parvenir à chacun de ces lieux, est égale au temps qu'il employe à parvenir d'une extrémité à l'autre, nous envoyâmes le lendemain en chercher quelqu'un qui fût dans la situation requise; & sur le rapport qui nous fut fait que l'on appercevoit du Château de Lay, Montmartre, l'Observatoire & Mont-lehery, que ce lieu étoit à peu-près sur la Méridienne de Paris, & très-commode pour y observer à l'abri des injures du temps, deux Observateurs s'y rendirent le soir avec une Pendule & une Montre à demi-secondes.

Le vent étoit au coucher du Soleil Oüest-nord-est très-foible, dans une direction perpendiculaire à celle de Mont-lehery à Montmartre, il devint ensuite presque entiérement calme, & il survint une pluye qui dura presque toute la nuit, ce qui nous fit craindre non seulement de ne pas entendre le bruit du Canon de Mont-lehery, mais même de ne pouvoir pas en distinguer la lumiére.

A $9^h\ 25'$, on tira comme le jour précédent à l'Observatoire la Boîte qui devoit servir de signal, qui fit un bruit sans

comparaiſon plus grand que le jour précédent, & qui retentit dans l'air l'eſpace de pluſieurs ſecondes, quoiqu'elle ne fut chargée que de la même quantité de poudre. Cette Boîte fut entenduë à Montmartre 17″ & à Lay 20″ après qu'on eut vû le feu. A Mont-lehery on compta 1′ 8″$\frac{1}{2}$ entre la lumiére & le bruit qui retentit dans toute la vallée, & fit un murmure dans l'air qui dura quelques ſecondes.

A 9^h 30′ le premier coup de Canon tiré à Montmartre fut entendu à l'Obſervatoire 16″, à Lay 36″ & à Mont-lehery 1′ 25″ après le feu, plus tard de 2″$\frac{1}{4}$ que le jour précédent où le vent étoit favorable à la direction du Son.

Le ſecond coup de Canon fut entendu à l'Obſervatoire 16″$\frac{1}{2}$ & à Lay 36″ après la lumiére. La grande foule de peuple qui étoit accouruë à Mont-lehery, empêcha d'en faire l'obſervation exactement.

A 10^h 0′ le premier coup de Canon tiré de Mont-lehery fut entendu à Lay 48″ & à l'Obſervatoire 1′ 7″$\frac{1}{2}$ après la lumiére, mais on ne put en entendre le bruit à Montmartre, non plus que du ſecond coup de Canon qui fut entendu à Lay 48″ & à l'Obſervatoire un peu moins de 1′ 8″ après la lumiére.

Le feu du Canon parut nonobſtant la pluye qui continuoit toûjours, d'une vivacité extraordinaire, beaucoup plus grand que le jour précédent, ce que nous jugeâmes provenir de ce que la nuit étoit extrêmement ſombre.

Suivant ces obſervations, on trouve que depuis Mont-lehery juſqu'à Lay, l'intervalle de temps entre le Son & la lumiére a été de 48″, depuis Lay juſqu'à l'Obſervatoire de 20″, & depuis l'Obſervatoire juſqu'à Montmartre de 16″$\frac{1}{2}$, l'une portant l'autre. Les joignant enſemble, on aura 1′ 24″$\frac{1}{2}$, dont il faut retrancher environ une demi-ſeconde, à cauſe que ces quatre lieux ne ſont pas exactement dans la même direction, & l'on aura le temps que le Son a employé à parcourir toute cette diſtance de 1′ 24″, plus petit ſeulement d'une ſeconde que celui que l'on a obſervé immédiatement d'une extrémité à l'autre, ce qui pourroit faire juger que le

Son rallentit sa vîtesse à mesure qu'il s'éloigne du lieu qui la produit, si l'on pouvoit s'assûrer de pouvoir arriver à la précision d'une seconde sur quatre observations.

Cette observation est encore remarquable, en ce qu'on entendit dans la même nuit de l'Observatoire & de Mont-lehery réciproquement le bruit qui avoit été produit dans ces deux endroits, ce qui n'avoit pas encore été executé, & qui étoit cependant nécessaire pour s'assûrer de la quantité exacte de la vîtesse du Son, parce que les mêmes causes qui peuvent l'accélérer ou la retarder, agissant en sens contraire dans les deux directions différentes, le milieu entre les deux observations doit donner la mesure exacte de la vîtesse du Son, qui a été de 1' 8" dans l'espace de 11756 toises, ce qui est à raison de 173 toises par seconde.

Le sur-lendemain 16 Mars, le vent étoit médiocre, Oüest-nord-oüest, dans une direction perpendiculaire à celle de Montmartre à Mont-lehery, & le Ciel étoit serein.

A $9^h 25'$ on tira à l'Observatoire la Boîte, qui ne fit pas à beaucoup près autant de bruit que le jour précédent, elle fut entenduë à Montmartre 16" $\frac{1}{2}$, à Lay 20" & à Mont-lehery 1' 8" $\frac{1}{2}$ après la lumiére.

Les coups de Canon que l'on tira ensuite de Montmartre furent entendus tous les deux, à l'Observatoire 16" $\frac{1}{2}$, à Lay 36 $\frac{1}{2}$ & à Mont-lehery 1' 24" $\frac{1}{2}$ après la lumiére.

A 10^h le premier coup de Canon tiré de Mont-lehery, fut entendu à Lay 49" & à l'Observatoire 1' 8" après la lumiére.

Le second coup de Canon fut entendu à Lay 48" $\frac{1}{2}$ après le feu, mais on ne put l'entendre ni à l'Observatoire ni à Montmartre, ce que nous jugeâmes provenir d'un murmure qu'on entendit alors dans Paris, causé principalement par le vent qui se réfléchissoit contre les édifices de cette Ville, ce qui étoit confirmé par l'observation précédente, où il regnoit un grand calme après que le vent eut cessé.

En ajoûtant, comme l'on a fait dans l'observation du 14 Mars, le temps que le Son a employé à parcourir les espaces

entre Montmartre, l'Obſervatoire, Lay & Mont-lehery, on a pour la ſomme totale 1′ 25″ $\frac{1}{4}$, dont retranchant une demi-ſeconde, parce que ces lieux ne ſont pas préciſément dans la même direction, on aura le temps que le Son a employé à parcourir ces eſpaces intermédiaires de 1′ 24″ $\frac{3}{4}$, plus grand d'un quart de ſeconde ſeulement que celui qui a été obſervé immédiatement entre Montmartre & Mont-lehery, au lieu qu'on l'avoit trouvé dans l'obſervation précédente plus petit d'une ſeconde; d'où il ſuit que la propagation du Son ſe fait dans un temps à très-peu près proportionnel aux différentes diſtances qu'il parcourt, ce qui étoit une des propriétés de cette propagation des plus néceſſaires à éclaircir.

On eut en même temps occaſion de confirmer l'expérience de la vîteſſe du Son, obſervée dans une même nuit réciproquement à l'Obſervatoire & à Mont-lehery, qui fut trouvée de 1′ 8″ $\frac{1}{4}$ dans cet intervalle, qui eſt de 11756 toiſ. à un quart de ſeconde près de celle qui réſultoit de l'obſervation précédente.

Partageant 11756 toiſes par ce nombre, on aura la vîteſſe du Son de 172 toiſes 1 pied $\frac{1}{2}$ en une ſeconde. Partageant de même la diſtance de Mont-lehery à Montmartre, qui eſt de 14636 par 1′ 24″ $\frac{1}{2}$, temps que le Son a employé à parcourir cet intervalle, on aura la vîteſſe du Son dans une ſeconde, de 173 toiſes, à 4 pieds près de celle qui réſulte de l'obſervation faite entre Mont-lehery & l'Obſervatoire.

Il eſt à remarquer que le Son employant, ſuivant nos obſervations, 1′ 25″ ou 170 demi-ſecondes à parvenir de Montmartre à Mont-lehery, cette quantité differe peu du nombre de toiſes qu'il parcourt en une ſeconde, & qu'ainſi une demi-ſeconde d'erreur dans l'obſervation, ne produit qu'une toiſe de différence ſur la meſure de la vîteſſe du Son. D'où il ſuit que puiſque toutes les obſervations que nous avons faites dans un temps calme, ou lorſque le vent étoit dans une direction tranſverſale, ne s'éloignent entr'elles tout au plus que d'une demi-ſeconde, on peut s'aſſûrer d'avoir la meſure de la vîteſſe du Son à une toiſe près.

Prenant donc un milieu entre le résultat de toutes les observations que nous venons de rapporter, on aura la vîtesse du Son de 173 toises ou 1038 pieds de Roy par seconde lorsque le temps est calme, ou lorsque le vent est dans une direction transversale à l'égard de celle du lieu où le Son est produit, à celui d'où on l'entend.

Suivant les observations faites en Angleterre par M. Derham, la vîtesse du Son a été déterminée de 1142 pieds Anglois dans une seconde, conforme à celle qui avoit été déterminée par M.rs Flamsteed & Halley, & que M. Newton a déduit de ses Principes dans sa seconde Edition, en y faisant les Equations qu'il a jugé convenables depuis sa premiére Edition, où il ne l'avoit supposée que de 968 pieds.

Réduisant cette mesure à la nôtre suivant la proportion du pied de Roy à celui de Londres qui avoit été supposé par M. Picard, comme 144 à 135, mais qui par les derniéres mesures prises avec un très-grand soin, qui nous ont été communiquées par la Société Royale de Londres, est plus précisément comme 864 à 811, on aura la vîtesse du Son observée en Angleterre de 1072 pieds en une seconde, qui quoique la plus petite de toutes celles qui avoient été déterminées jusqu'à présent, se trouve encore plus grande de 34 pieds que celle qui résulte de nos observations, qui ont non seulement l'avantage d'avoir été faites dans de plus grandes distances, mais même d'avoir été executées réciproquement d'un lieu à un autre dans un même jour, ce que l'on n'avoit pas encore essayé jusqu'à présent.

Cette différence de 34 pieds entre nos observations & celles d'Angleterre en auroit produit une de près de 3 secondes sur tout l'intervalle entre Mont-lehery & Montmartre, ce que l'on ne peut point attribuer au défaut des observations, puisqu'il ne s'y est jamais trouvé une différence de plus d'une demi-seconde.

A l'égard de la vîtesse du Son suivant les différentes directions du vent, il paroît par les observations que nous venons de rapporter, qu'elle est plus grande lorsque le vent

eſt dans la direction du lieu où le Son eſt produit, que lorſqu'il eſt dans une direction tranſverſale, ou que le temps eſt calme, puiſque dans l'obſervation du 13 Mars, le vent étant Nord, le bruit du Canon de Montmartre a été entendu environ 2″ plûtôt que dans les obſervations ſuivantes des 14 & 16 du même mois, ce qui eſt conforme aux expériences de M. Derham, & qu'il étoit d'autant plus néceſſaire de vérifier, que par les obſervations faites en France, on n'avoit trouvé aucune différence dans la vîteſſe du Son, dans quelque direction que fût le vent.

Pour s'en éclaircir plus parfaitement, il falloit attendre que le vent fût dans la direction oppoſée à celle où il étoit le 13 Mars, ce qui nous fit différer nos obſervations juſqu'au 19 du même mois que le vent s'étant tourné vers le Sud, nous envoyâmes faire tirer le Canon de Mont-lehery.

On commença par le ſignal ordinaire, qui fut de tirer à $9^h 25'$ à l'Obſervatoire la Boîte, qui fut entenduë à Montmartre 16″ après qu'on eut apperçû le feu, mais dont l'on ne vit que la lumiére à Lay & à Mont-lehery.

A $9^h 30'$ & à $9^h 50'$ on tira le Canon à Montmartre, dont on vit le feu, mais dont le bruit ne fut pas entendu à Mont-lehery, à Lay, ni même à l'Obſervatoire, quoique la diſtance ne ſoit que de 2931 toiſes, à cauſe du vent de Sud qui étoit fort grand, & dans une direction contraire à celle du lieu où étoit produit le Son.

A l'égard des deux coups de Canon tirés à Mont-lehery, ils furent entendus très-diſtinctement dans ces trois endroits, on compta à Lay $46''\frac{1}{2}$, à l'Obſervatoire $1' 4''\frac{3}{4}$ & à Montmartre $1' 20''\frac{1}{4}$ entre la lumiére & le bruit ; on avoit trouvé le 14 & le 15, par un temps calme & un vent tranſverſal, entre la lumiére & le bruit du Canon tiré de Mont-lehery, à Lay $48''\frac{1}{2}$, à l'Obſervatoire $1' 8''$, & on avoit entendu à Mont-lehery le Canon de Montmartre $1' 24''\frac{1}{2}$ après la lumiére. Ainſi il eſt évident par cette obſervation, où il ſe trouve une différence de 4″ dans la progreſſion du Son ſur l'intervalle entre Montmartre & Mont-lehery, que les différentes

différentes directions du vent changent considérablement la vîtesse du Son.

A 10^h le Thermometre étoit à 6° au dessus de la congélation de l'eau, & la hauteur du Barometre étoit de 27 pouces.

On continua les mêmes expériences le lendemain par un vent moins fort, mais dans la même direction que le jour précédent.

La Boîte de l'Observatoire fut entenduë à Montmartre 16″ ½ après la lumiére, & on y compta entre le bruit & le feu des Canons tirés à Mont-lehery la premiére fois 1′ 21″, & la seconde fois 1′ 21″ ½.

A l'Observatoire les deux coups de Canon tirés de Montmartre, furent entendus 17″ ½ après la lumiére, & on compta 1′ 6″ entre le feu & les coups de Canon tirés de Mont-lehery dont le bruit étoit plus fort que celui qui venoit de Montmartre, qui est à une distance quatre fois plus petite.

A Lay on n'entendit ni la Boîte ni les Canons d'aucun de ces endroits, à cause du bruit causé par un vent impétueux qu'il y faisoit alors, quoiqu'il fut très-médiocre à l'Observatoire, ce qui fait voir que pour s'assûrer de la mesure exacte du Son, il faut choisir un temps calme, & qui le soit dans toute l'étenduë de terrein par où le Son se transmet, comme il nous a réussi de le faire dans l'observation du 14 Mars, ou, ce qui revient au même, entendre le Son réciproquement de l'un à l'autre dans le même temps, & prendre le milieu entre les deux déterminations, parce qu'alors la même cause qui l'accelere dans un sens, doit le retarder en sens contraire.

On voit par cette derniére expérience que le Son s'étoit transmis avec plus de vîtesse que lorsque l'air étoit calme, mais que cependant il avoit été plus lent que le jour précédent, comme il devoit arriver, parce que le vent, quoique dans la même direction, étoit moins fort dans la plûpart des endroits où l'on avoit fait cette observation. On voit aussi

une différence entre la vîtesse réciproque du Son d'une seconde toute entiére dans la distance de l'Observatoire à Montmartre, le vent qui étoit favorable dans un des sens, se trouvant contraire dans l'autre.

Cette expérience, jointe à toutes les précédentes, est une preuve que les différentes directions du vent contribuent à accélérer ou à retarder la vîtesse du Son, dont on peut donner aisément la raison, soit que la propagation du Son se fasse par le ressort de l'air, soit par la communication d'une matiére propre à le transmettre, pourvû que l'air en soit le véhicule.

Car si l'on suppose, par exemple, un ressort, qui dans le temps qu'il se débande, est poussé par quelque force suivant la même direction, il est certain qu'après s'être débandé, l'extrémité de ce ressort se trouvera plus éloignée de l'endroit qu'elle occupoit lorsqu'il étoit comprimé, de toute la quantité de l'extension de ce ressort plus celle du mouvement qu'on lui a imprimé.

Il en est de même si l'air n'est que le véhicule de la matiére qui est destinée à transmettre le Son, que l'on peut considérer comme un corps ou une Boule que l'on fait mouvoir dans un Bateau qui suit le cours de la Riviére, & qui en choque successivement plusieurs autres dans la même direction, la derniére de ces Boules se trouvera plus éloignée du lieu où le Bateau est parti, qu'elle ne l'auroit été si le Bateau avoit été en repos de toute la quantité dont il s'est avancé, lorsque le mouvement imprimé à la Boule est suivant la direction du cours de l'eau; & elle s'en trouvera au contraire plus près de la même quantité, lorsque la direction du mouvement de la Boule est en sens contraire.

Toutes les observations que nous avions faites jusqu'alors, avoient été executées pendant la nuit, qui est le temps le plus propre pour ces sortes d'expériences, non seulement parce qu'on y apperçoit distinctement la lumiére du Canon ou des autres Armes à feu, mais parce qu'on en entend plus facilement le bruit; & il y avoit bien de l'apparence que la vîtesse du Son y seroit la même que pendant le jour. Cependant

pour ne laiſſer rien à deſirer, on fit tirer le 21 Mars, le vent étant très-foible vers le Nord, le Canon de Mont-lehery à 6h après-midi, un peu avant le coucher du Soleil; il avoit plû pendant preſque toute la journée, & le Ciel étoit couvert de ſorte qu'on ne pouvoit diſtinguer de l'Obſervatoire la Tour de Mont-lehery, à laquelle on ne laiſſa pas de pointer une Lunette, parce qu'on ſçavoit ſa poſition à l'égard des objets qui ſont aux environs de Paris.

A 6h 0′ on vit paroître par la Lunette la lumiére du Canon tiré de Mont-lehery, de la grandeur de Jupiter vû par cette Lunette, & on entendit le coup 1′ 8″ après l'éclair. Cette lumiére ne put pas être apperçûë à la vûë ſimple, mais à 6h 30′, l'air étant calme, on diſtingua, quoique foiblement, ſans le ſecours de la Lunette, celle du ſecond coup de Canon, & on compta 1′ 8″ & un peu plus entre le bruit & la lumiére, de même que celle que l'on avoit déterminée par l'obſervation du 14 Mars, faite dans un temps ſemblable.

Nous avions remarqué par nos expériences, qu'il y a des lieux beaucoup plus propres pour entendre le Son que d'autres, quoiqu'à une même diſtance, ce qui paroiſſoit provenir de la diſpoſition du terrein par où le Son ſe communique, & il étoit néceſſaire de s'aſſûrer ſi cette diſpoſition ne pouvoit pas contribuer à accélérer ou retarder ſa vîteſſe. Dans l'étenduë de Montmartre à Mont-lehery il y a toute la Ville de Paris à traverſer, avec la Riviére de Seine & un grand nombre de Côteaux, au lieu que de Montmartre à Dammartin il n'y a qu'une vaſte plaine ſans d'autres hauteurs conſidérables que celles de ces objets qui ſont aux deux extrémités; c'eſt ce qui me détermina d'y aller paſſer quelques jours pour y faire des obſervations, d'autant plus que ſa diſtance à Montmartre, qui eſt de 16079 toiſes, excede celles que l'on avoit choiſies juſqu'alors.

On ne changea preſque rien à l'ordre qu'on s'étoit preſcrit auparavant. On dirigea vers Dammartin la bouche du Canon de Montmartre, qui avoit été tournée auparavant vers Mont-lehery : on fit tirer une Boîte à Montmartre pour ſervir de

ſignal, & au lieu de deux coups de Canon que l'on y avoit tirés de même qu'à Mont-lehery, on en fit tirer trois à chacun de ces endroits. Nous ne manquions point de munitions, M. d'Angervilliers, Miniſtre & Secretaire d'Etat de la Guerre, ayant bien voulu contribuer au ſuccès de nos expériences, en donnant les ordres néceſſaires pour que l'on nous fournît toute la Poudre dont nous aurions beſoin.

Le 24 Mars le vent étoit Nord, aſſés grand, à peu-près de la même force que le 19, mais en ſens contraire, ce qui nous fit juger que l'on n'entendroit point de l'Obſervatoire le Canon de Mont-lehery, cependant on entendit deux coups très-diſtinctement, le premier 1' 10" $\frac{1}{2}$ & le ſecond 1' 11" après la lumiére. Cette obſervation eſt d'autant plus ſinguliére, que le vent étoit directement contraire à l'endroit d'où venoit le Son, & étoit auſſi grand que celui du 19 Mars, qui avoit empêché d'entendre de l'Obſervatoire le Canon tiré à Montmartre, quoique la diſtance ne fût que le quart de celle de Mont-lehery; mais ce qu'il y eut encore de plus remarquable, eſt que dans la même nuit le Canon tiré de Montmartre ne fut pas entendu à Mont-lehery, quoique le vent fût préciſément dans cette direction. On avoit fait une obſervation ſemblable le 20 Mars à Lay, ce qui nous fit juger que cela provenoit du bruit cauſé par le vent, quoique favorable, qui empêchoit d'entendre celui du Canon.

En comparant cette obſervation avec celle du 19 Mars, où l'on avoit compté 1' & près de 5" entre le bruit & la lumiére par un vent d'un ſens contraire, on trouve que la vîteſſe du Son a été retardée par l'effet du vent, de la quantité de 6 ſecondes, qui eſt environ la douziéme partie de la vîteſſe totale.

Prenant un milieu entre ces différentes vîteſſes, on aura celle du Son, dans l'intervalle entre l'Obſervatoire & Mont-lehery, de 1' 7" $\frac{3}{4}$, à un quart de ſeconde près de celle que l'on a déterminée dans un temps tranquille.

A l'égard de Dammartin, pendant les quatre jours que j'y reſtai pour entendre le Canon tiré à Montmartre & à Mont-lehery, le vent qui étoit preſque toûjours Nord, tirant vers le

Nord-oüeſt, & par conſéquent dans une direction peu favorable, ne me permit que d'entendre celui qui fut tiré à Montmartre le 25 Mars, le vent étant au Nord, tirant vers l'Eſt, plus foible que le jour précédent, mais dans une direction preſque contraire à celle de Dammartin à Montmartre, & différente de celle de l'Obſervatoire, où il étoit Nord-oüeſt.

Un tourbillon de vent empêcha d'entendre le bruit du premier coup de Canon, mais on entendit diſtinctement les deux autres, le premier 1′ 34″ & le ſecond 1′ 34″ & un peu plus après la lumiére.

A Mont-lehery les mêmes coups de Canon furent entendus 1′23″ après la lumiére ; on y entendit auſſi dans le même intervalle de temps le bruit de la Boîte tirée à Montmartre, quoiqu'elle ne fut chargée que d'une demi-livre de poudre.

Suivant ces obſervations, la vîteſſe du Son dans l'intervalle entre la Piramide de Montmartre & le Clocher de Dammartin, qui eſt de 16079 toiſes, ne ſeroit que de 170 toiſes par ſeconde, au lieu qu'elle a été dans le même temps de 176 toiſes $\frac{1}{2}$ dans l'intervalle entre Mont-lehery & Montmartre, ce qui vient de la direction du vent qui étoit plus favorable dans un ſens que dans l'autre.

Prenant un milieu entre ces deux déterminations, l'on aura la vîteſſe moyenne du Son de 173 toiſes $\frac{1}{4}$, à peu-près de même qu'on l'avoit trouvée par un temps calme.

Dans ces obſervations on a eu ſoin de marquer la hauteur du Thermometre & du Barometre ; celle du Thermometre a toûjours été entre le 4 & le 6.me degré au deſſus de la congélation.

A l'égard du Barometre, ſa plus grande variation a été obſervée de 8 lign. $\frac{3}{4}$, le Mercure étant le 16 Mars à la hauteur de 27 pouc. 11 lign. & le 21 du même mois à celle de 27 pouc. 2 lign. $\frac{1}{4}$; & cependant dans ces deux obſervations faites, la premiére lorſque le vent étoit dans une direction tranſverſale, & la ſeconde par un temps calme, la vîteſſe du Son a été trouvée de la même quantité.

De toutes ces obſervations il réſulte, 1.° Que la vîteſſe

du Son, par un temps calme, est de 173 toises par secondes, & qu'elle est à peu-près de la même quantité lorsque le vent est dans une direction perpendiculaire à celle de l'endroit où est produit le Son & de celui où on l'entend.

2.° Que le Son plus ou moins fort, se transmet avec le même degré de vîtesse, puisqu'on a entendu de Mont-lehery le bruit d'une Boîte, chargée seulement d'une demi-livre de poudre, tirée à Montmartre, dans le même temps après la lumiére, que les coups de Canon qui furent tirés successivement, & dont la charge étoit de près de six livres.

3.° Que la vîtesse du Son est la même dans un temps serein que dans un temps pluvieux.

4.° Qu'elle est aussi de même le jour que la nuit.

5.° Que la vîtesse du Son est égale dans les petits intervalles comme dans les grands sans se rallentir, puisqu'en ajoûtant ensemble le nombre de secondes que le Son a employé à parvenir de Montmartre à l'Observatoire, de l'Observatoire à Lay, de Lay à Mont-lehery; & déduisant ce qui convient pour les détours, leur somme est à peu-près égale au temps qu'il a employé immédiatement de Montmartre à Mont-lehery.

6.° Que la vîtesse du Son est de la même quantité, soit que le Canon soit dirigé vers l'endroit où on l'entend, soit que ce soit en sens contraire, puisque l'ayant tourné vers le Nord, on l'a entendu tant de l'Observatoire que de Mont-lehery dans le même intervalle de temps après la lumiére que lorsqu'il étoit dirigé vers le Midi. Il en est de même dans les différentes inclinaisons, puisque le bruit des Boîtes, dont la direction est perpendiculaire à l'horison, s'est transmis dans le même intervalle de temps que celui des Canons.

7.° Que la différente direction du vent contribuë à accélérer ou retarder la vîtesse du Son d'une quantité que nous avons jugée être à peu-près la même que celle du vent qu'il faisoit alors; d'où il résulte que la vîtesse du Son est de 173 tois. plus ou moins celle du vent, selon qu'il est dans une direction favorable ou contraire: on pourra par ce moyen, connoissant la vîtesse & la direction du vent, calculer celle du Son dans tous les temps, & réciproquement.

8.° Que la différente diſpoſition du terrein par où le Son ſe tranſmet, ne contribuë pas à augmenter ou diminuer ſenſiblement ſa vîteſſe; d'où il ſuit qu'il ſe communique en ligne droite ſans ſuivre les détours, comme quelques-uns l'avoient penſé.

En dernier lieu, que la différente peſanteur de l'air ne produit aucune différence ſenſible dans la vîteſſe du Son, puiſque le 21 Mars, le Barometre étant à la hauteur de 27 pouces 2 lign. $\frac{1}{4}$ pendant un temps calme, l'intervalle entre la lumiére & le bruit du Canon tiré de Mont-lehery, fut trouvé à l'Obſervatoire de la même quantité que le 16 du même mois, que le Barometre étoit à la hauteur de 27 pouces 11 lignes par un vent tranſverſal, qui, comme nous l'avons remarqué, n'augmente pas la vîteſſe du Son.

Voilà à peu-près à quoi ſe réduiſent les expériences que l'on pouvoit faire ſur la propagation du Son, qui ſemblent ne laiſſer rien à deſirer, ſi ce n'eſt peut-être qu'on les execute en différentes ſaiſons & ſous divers climats, ce que nous nous propoſons de faire dans le Voyage que nous allons entreprendre par ordre du Roy dans la partie méridionale de la France.

La vîteſſe du Son étant une fois connuë, on peut la regarder comme une meſure temporaire de l'intervalle entre des lieux éloignés dont on aura la diſtance, en meſurant le temps entre la lumiére & le bruit. Nous avons commencé nos expériences par les trois points d'un Triangle, dont nous connoiſſions les dimenſions qui ſe ſont trouvées proportionnelles aux intervalles obſervés entre la lumiére & le Son : nous avons eu par le même moyen les diſtances de Lay à l'Obſervatoire, à Montmartre & à Mont-lehery, que nous avons déterminées depuis par des opérations Trigonométriques, & que nous avons trouvées à peu-près conformes à celles que nous avions déterminées par le Son.

Nous ne prétendons pas cependant que l'on puiſſe connoître par ce moyen les diſtances entre divers lieux avec la même préciſion que par des opérations Trigonométriques

faites avec de grands instruments, & rectifiées par des Bases actuelles, puisqu'une demi-seconde de temps, qui est toute la précision à laquelle on peut aspirer, est la mesure de 86 toises, mais nous croyons qu'on peut s'en servir utilement pour la description des pays qui ne demande pas la derniére exactitude.

Une Montagne élevée, telle, par exemple, que Montmartre, d'où l'on voit beaucoup d'objets aux environs, peut servir pour la détermination de tous les endroits où on l'apperçoit; il suffira d'observer de cette montagne par une seule station, la direction de tous ces objets, & de faire tirer ensuite de son sommet quelque Boîte ou Canon. On sçaura la distance de chacun de ces lieux en comptant depuis la lumiére jusqu'au Son les vibrations d'une Pendule, ou d'une Balle suspenduë à un fil de 3 pieds 8 lig. $\frac{1}{2}$ de longueur depuis le point de suspension de ce fil jusqu'au centre de la balle.

On pourra s'en servir aussi très-utilement pour déterminer la largeur d'une Riviére près de son embouchûre, d'un Lac, d'un Marais, & même la distance des Isles entr'elles & à la terre ferme.

On pourra même dans des temps couverts, en tirant du rivage de la Mer des coups de Canon, préserver du naufrage les Vaisseaux, qui voyant le feu, & entendant le coup, pourront reconnoître à quelle distance ils sont du lieu qu'ils veulent éviter ou aborder.

Il n'est pas même nécessaire de voir deux lieux réciproquement l'un de l'autre pour en déterminer la distance, il suffira de tirer d'un de ces lieux un coup, soit de Canon ou de quelqu'autre arme-à-feu, & d'avertir que dans le moment qu'on l'aura entendu ou quelques secondes après dont on tiendra compte, on en tire un autre qui sera entendu réciproquement du premier lieu où l'on a tiré, l'intervalle entre la lumiére du premier coup, & le bruit du second est le double de celui que le Son a employé dans l'aller ou le retour, dont la moitié par conséquent mesurera la distance entre ces lieux.

Un

Un Obſervateur qui ſe trouveroit dans un troiſiéme lieu dont on verroit les deux premiers, pourroit même, ſans entendre le bruit, juger de leurs diſtances, en comptant l'intervalle entre la lumiére du premier coup & celle du ſecond, où il ne ſeroit néceſſaire que d'allumer de la poudre dans un air libre, ce qui fait voir qu'il y a des cas où l'on peut déterminer les diſtances par le ſeul bruit ſans l'aide de la lumiére, & qu'il y en a d'autres où l'on n'a beſoin que de la lumiére ſans entendre le bruit.

Il ne ſera pas ici hors de propos de rapporter quelques expériences que nous avons eu occaſion de faire ſur la lumiére de la Poudre, lorſqu'elle eſt allumée, ſoit dans un air libre, ſoit qu'on l'ait renfermée dans un Canon ou dans une Boîte.

Cette lumiére n'a jamais paru diminuer dans la proportion des diſtances, & on a vû ſouvent de l'Obſervatoire le feu du Canon que l'on a tiré à Mont-lehery, de la même vivacité que celui de Montmartre, quoique la diſtance fût quatre fois plus grande.

J'ai vû très-diſtinctement de Dammartin la lumiére du Canon qu'on a tiré à Mont-lehery à la diſtance de 28500 toiſes, preſque auſſi grande que celle de Montmartre où il n'y en a que 16000.

Une livre de poudre allumée à Mont-lehery dans l'air libre, a été auſſi apperçûë de l'Obſervatoire très-diſtinctement, & l'on n'a pas remarqué de différence ſenſible lorſque la quantité en a été doublée.

Les temps de pluye par leſquels on ne pouvoit point appercevoir de jour les objets éloignés, n'empêchoient pas de diſtinguer la lumiére de la poudre & du Canon qu'on y tiroit, & il y a des jours où on l'a vûë encore avec plus de vivacité que lorſque le temps étoit ſerein.

Cette remarque peut être d'une très-grande utilité pour la ſûreté des Vaiſſeaux pendant la nuit; car il n'en eſt pas de même des feux ordinaires qu'on allume dans des fanaux ſur les côtes, on ne les diſtingue pas aiſément par un temps de

pluye à une diſtance médiocre, & il n'y a que trop d'exemples de Vaiſſeaux qui ſe ſont perdus faute de les avoir apperçûs; la lumiére produite par une ſeule livre de poudre ſerviroit à les faire reconnoître, & ils retireroient encore plus d'utilité d'un coup de Canon, pour ſçavoir à quelle diſtance ils ſe trouvent des Côtes.

On peut auſſi s'en ſervir ſur terre pour déterminer la différence en longitude entre des lieux qui ſont à peu-près ſur un même parallele; mais nous ne nous étendrons pas ici davantage ſur tous les uſages que l'on peut faire des expériences que nous venons de rapporter ſur la Lumiére & le Son. Ce que nous en avons dit, ſuffit pour prouver que ce n'eſt pas une de ces connoiſſances ſtériles & de ſimple ſpéculation, mais qu'on en peut retirer divers avantages, principalement pour le progrès de la Géographie & la ſûreté de la Navigation.



SUR L'ACTION D'UNE BALLE DE MOUSQUET,

Qui perce une piéce de Bois d'une épaiſſeur conſidérable ſans lui communiquer de vîteſſe ſenſible.

Par M. CAMUS.

DE tous les effets produits par les Corps en mouvement, celui que je vais examiner n'eſt pas le moins ſurprenant. Une Porte que l'on peut facilement faire tourner ſur ſes Gonds, en la pouſſant du bout du doigt, ne paroît pas être mûë par une Balle de Mouſquet, qui la frappe avec une force aſſés grande pour la percer entiérement. Il arrive même que plus la vîteſſe de la Balle eſt grande, & moins cette Porte peut acquérir de vîteſſe. 26 Avril 1738.

Ce phénomene de Méchanique eſt ſemblable à deux autres dont parle M. de la Hire dans la 90.me Propoſition de ſa Méchanique, où il fait l'*examen de la Percuſſion.*

L'effort, dit-il, *avec lequel un Marteau frappe un Clou avec une médiocre force, le fait entrer dans un morceau de bois, ce qu'un poids immenſe ne pourroit pas faire étant poſé ſur le Clou; de même que les coups du Mouton avec lequel on enfonce les Pilotis, ce qu'il ſeroit impoſſible de faire par l'effort de la ſeule peſanteur. Mais*, continuë M. de la Hire, *ſi l'on conſidere ce qui doit arriver aux parties du bois quand on y enfonce un Clou avec un Marteau, on verra bien que la ſeule peſanteur ne ſçauroit faire le même effet qu'avec une très-grande peine. Car lorſque le Clou eſt chaſſé dans le bois avec violence, il en rompt les premiers liens, qui ne peuvent pas prêter tout d'un coup à l'effort qui leur eſt fait, & ceux-ci étant rompus, les autres ne réſiſtent pas.... Mais quand tous les liens & toutes les parties peuvent ployer les unes après les autres, & ſe mettre en reſſort pour ſoûtenir chacune une partie de l'effort, le Clou ne peut les rompre, quoiqu'il ſoit chargé*

d'un très-grand poids. On peut appuyer cette raison par quelques expériences, c'est toûjours M. de la Hire qui parle; *comme si l'on pose un Bâton sur le bord de deux Verres, & en frappant un très-grand coup sur le milieu du Bâton, on le rompt sans que les Verres se cassent; de même que si l'on met dans une main un Os d'éclanche de Mouton, & qu'on l'y soûtienne par les extrémités, lorsque l'on donnera un coup assés fort sur le milieu de l'Os, il se cassera sans faire aucune impression sensible à la main; mais si le coup n'est que médiocre, l'Os ne cassera pas, & la main portera tout le coup.*

M. de la Hire parle encore dans la 117.me Proposition de sa Méchanique, de l'expérience du Bâton cassé sur deux Verres, *qu'on regarde ordinairement*, dit-il, *avec admiration.* Voici comme il en parle: *J'ai déja dit ci-devant que la violence du coup avec laquelle on frappe le Bâton qu'on veut rompre, fait qu'il se rompt, pourvû qu'il soit assés sec pour pouvoir se casser facilement. Car on ne doit point regarder ces corps comme les soûtiens du Bâton, mais l'air seulement qui ne peut être fendu avec autant de vîtesse par le Bâton qui le rencontre dans toute sa longueur, que par le corps qui frappe sur le Bâton pour le rompre.*

Je ne vois dans tout cet examen de M. de la Hire, que des idées génerales, sans application aux phénomenes de la Percussion dont il fait l'examen. Tout le monde sçait qu'on a plus de péine à enfoncer un Clou dans du bois & à casser un Bâton quand tous les liens de ces corps, qu'on veut diviser, peuvent plier les uns après les autres, & que chacun peut recevoir une partie de l'effort qu'on fait contr'eux: au contraire, que tous ces liens sont plus facilement vaincus quand ils sont brisés avant que d'avoir eu le temps de plier, & de s'appuyer sur les autres qui pourroient les aider à soûtenir l'effort qu'on fait pour les rompre. Mais quelle que soit la disparité de ces deux cas, elle n'est point infinie, & l'on peut par des poids, ou des forces homogenes à des poids, enfoncer des Cloux dans du bois, rompre des Bâtons & des Os, percer même une Porte d'une épaisseur considérable. La force d'une Vis est suffisante pour tout cela; je dis la force d'une Vis

plûtôt qu'une autre, parce que la Vis est l'instrument le plus commode pour produire tous ces effets, attendu qu'on auroit peine à manier des poids dont la force seroit équivalente à celle de la Vis. Mais une Vis en pressant contre une Porte, la feroit tourner, & il faudroit un obstacle beaucoup plus considérable que son frottement sur ses Gonds pour l'en empêcher; les Verres seroient bien-tôt cassés, si l'on entreprenoit de leur faire soûtenir l'effort d'une Vis pour casser le Bâton; la main ne pourroit peut-être pas résister à l'effort d'une Vis qui presseroit sur un Os pour le rompre, quoique tous ces appuis soient plus que suffisants pour soûtenir les coups dont je viens de parler, quand on veut rompre des corps par la force de la Percussion.

On voit aisément que l'expérience du Clou qu'on enfonce à coups de Marteau dans le bois; celle du Bâton que l'on casse en frappant avec vîtesse sur son milieu sans casser les Verres qui le soûtiennent; enfin celle de l'Os que l'on casse dans la main sans que la main en reçoive une impression considérable, malgré la grandeur du coup qu'on donne sur le milieu de cet Os, sont les effets d'un corps mû avec vîtesse, lequel rompt les obstacles qu'on lui oppose, sans leur communiquer un mouvement considérable. Ces expériences ressemblent donc en quelque sorte à l'effet de la Balle de Mousquet, qui perce une piéce de bois, comme une Porte, sans la faire tourner sur ses Gonds, quoique son frottement sur ses Gonds ne soit que l'obstacle de quelques onces, & que cet obstacle soit peut-être le seul qui s'oppose au mouvement de la Porte, car je ne crois pas que l'air puisse aider à soûtenir le coup de la Balle, ou s'il y contribuë, on verra qu'il y contribuë très-peu, & qu'on n'a pas besoin d'avoir recours à sa résistance pour expliquer pourquoi la Porte ne reçoit qu'une vîtesse insensible de la Balle qui la perce.

On peut ajoûter à ces Problemes de Méchanique deux expériences qu'on fait tous les jours.

Que l'on mette une Carte sur le bout du doigt & un Ecu sur la Carte, de maniére que le bout du doigt réponde assés

exactement ſous le milieu de l'Ecu ; en frappant le tranchant de la Carte d'une chiquenaude, la Carte gliſſera entre l'Ecu & le doigt, & l'Ecu reſtera ſur le bout du doigt.

Que l'on mette une Serviette bien roulée dans un Verre, & une Piéce de Monnoye ſur le haut de la Serviette ; en frappant vivement d'un bâton le milieu de la Serviette, elle ſortira du Verre ſans le renverſer, ſe dérobera de deſſous la Piéce, & la Piéce tombera dans le Verre.

Je ſçais bien que dans cette derniére expérience le bâton fait plier la Serviette dans ſon milieu, que les deux bouts de la Serviette roulée ſe rapprochent, que le bout inférieur s'éleve & ſort du Verre, & que le bout ſupérieur s'abbaiſſe, & que tout cela ſe fait avant que les deux bouts puiſſent être emportés horiſontalement, mais on voit que ce rapprochement des deux bouts de la Serviette ſe fait pour obéir à ſon ployement, qui eſt le premier effet de la Percuſſion, laquelle ne peut pas donner tout d'un coup à toute la Serviette une vîteſſe auſſi grande que celle qu'elle donne à ſon milieu, & c'eſt en cela que cette expérience a quelque rapport à celle de la Balle qui perce une Porte ſans lui communiquer de vîteſſe ſenſible. Je m'en tiendrai donc à l'explication de celle-ci, c'eſt-à-dire, que je n'entreprendrai que la Solution du Probleme de la Balle de Mouſquet, qui perce une piéce de bois ſans lui communiquer de vîteſſe ſenſible.

Comme la Solution que je vais donner eſt fondée ſur la réſiſtance des Fibres du bois qui réſiſtent incomparablement davantage par leur ténacité que par leur maſſe, je dois regarder comme conſtante la réſiſtance de ces Fibres, en ſuppoſant que le corps percé eſt homogene.

Il n'en ſeroit pas de même ſi la Balle avoit un fluide denſe à traverſer, car elle trouveroit plus de réſiſtance de la part de la maſſe du fluide qu'elle déplaceroit, qu'elle n'en éprouveroit de la part de la ténacité de ſes parties, & alors la diminution de la vîteſſe de la Balle ſeroit cauſée par deux réſiſtances. La premiére qui viendroit de la maſſe à déplacer, ſeroit comme le quarré de la vîteſſe, & ne pourroit jamais

éteindre le mouvement de la Balle. La ſeconde, qui viendroit de la ténacité des parties du fluide, qui fait toûjours quelque obſtacle à ſa diviſion, ſeroit conſtante, & arrêteroit enfin le mouvement de la Balle, comme il arrive dans les corps que l'on jette de bas en haut, leur peſanteur que l'on regarde comme conſtante, les arrête entiérement.

Mais ſi le fluide étoit peu denſe, & que la réſiſtance de ſa maſſe à déplacer fût incomparablement moindre qu'une autre réſiſtance conſtante que le corps éprouveroit en le traverſant, on négligeroit, ſans erreur ſenſible, la réſiſtance qui ſeroit comme le quarré de la vîteſſe. En voici un exemple.

Lorſque des corps peſants jettés de bas en haut, montent à de petites hauteurs, on conſidere ſeulement la réſiſtance que leur peſanteur oppoſe à leur aſcenſion, & on néglige celle de l'air comme incomparablement plus petite que la premiére, & comme incapable d'apporter une diminution ſenſible de vîteſſe. Il eſt vrai qu'en cela on eſt fondé ſur des expériences qui font conſtamment voir que quand des corps un peu peſants montent à des hauteurs peu conſidérables, les hauteurs auxquelles ils montent, ſont proportionnelles aux quarrés des vîteſſes qu'ils ont quand ils commencent à monter ; ou, ce qui eſt la même choſe, les chemins qu'ils parcourent en deſcendant, ſont comme les quarrés des vîteſſes qu'ils acquiérent dans leurs chûtes.

Mais on eſt auſſi fondé ſur des expériences pour regarder les réſiſtances des parties du bois comme conſtantes ; car on a toûjours trouvé que les enfonçûres de différents corps dans la Glaiſe ſont proportionnelles aux produits faits de leurs maſſes & des hauteurs dont ils ſont tombés, c'eſt-à-dire, ſont proportionnelles à leurs maſſes multipliées par les quarrés de leurs vîteſſes, ce qui prouve que la réſiſtance que les corps éprouvent en s'enfonçant dans la Glaiſe, ſont conſtantes.

Si les réſiſtances qu'on éprouve dans la Glaiſe ſont conſtantes, celles qu'une Balle éprouve en perçant du bois, le ſont à plus forte raiſon, puiſque la ténacité conſtante des parties du bois eſt incomparablement plus difficile à vaincre que leur inertie.

PROBLEME.

Lorſqu'une Balle de Mouſquet perce une Planche, ou quelque autre corps que ce ſoit, dont la réſiſtance eſt conſtante, trouver la vîteſſe de la Balle à chaque point P *de ſon enfonçûre* AP, *& déterminer la vîteſſe contemporaine du corps percé.*

A P p B

Soit V la vîteſſe de la balle avant ſon enfonçûre, u la vîteſſe de la balle en P, v la vîteſſe contemporaine du corps percé; $u - v$ ſera la vîteſſe avec laquelle la balle fera ſon enfonçûre.

Soit m la maſſe de la balle, μ la maſſe du corps qu'elle perce. L'enfonçûre $AP = x$, ſon élément $Pp = dx$; dt le petit temps employé à faire la petite enfonçûre Pp.

Soit enfin r la réſiſtance que la balle éprouve en s'enfonçant, on aura $-du = \frac{rdt}{m}$, $dv = \frac{rdt}{\mu}$, $dt = \frac{dx}{u-v}$.

Donc $-du = \frac{rdx}{m.(u-v)}$, $dv = \frac{rdx}{\mu.(u-v)}$ & $du - dv$

$$= \frac{-\frac{rdx}{m} - \frac{rdx}{\mu}}{u-v}.$$

Ou bien $(u-v) \times (du - dv) = -\frac{m-\mu}{m\mu} r\,dx$.

Et en intégrant, on aura $\frac{(u-v)^2}{2} = -\frac{m-\mu}{m\mu} rx$;

ou $(u-v)^2 = VV - \frac{2m-2\mu}{m\mu} rx$. J'ai ajoûté la conſtante VV, parce que quand $x = 0$, on a $v = 0$ & $u = V$.

Donc $u - v = \sqrt{(VV - \frac{2m-2\mu}{m\mu} rx)}$.

Mettant cette valeur de $u - v$ dans les équations $du = -\frac{rdx}{m.(u-v)}$, $dv = \frac{rdx}{\mu.(u-v)}$, on aura

$$du = -\frac{rdx}{m\sqrt{(VV - \frac{2m-2\mu}{m\mu} rx)}} \quad \& \quad dv = \frac{rdx}{\mu\sqrt{(VV - \frac{2m-2\mu}{m\mu} rx)}}$$

Enfin

Enfin intégrant, on aura, 1.° $u = \frac{\mu\sqrt{(VV - \frac{2m-2\mu}{m\mu} rx)} + mV}{m+\mu}$, 2.° $v = \frac{mV - m\sqrt{(VV - \frac{2m-2\mu}{m\mu} rx)}}{m+\mu}$. J'ai ajoûté dans les expreſſions de ces vîteſſes que je cherchois, la conſtante $\frac{mV}{m+\mu}$, parce que quand $x = o$, c'eſt-à-dire, quand l'enfonçûre n'eſt pas commencée, on doit avoir $v = o$ & $u = V$.

COROLLAIRE I.

Soit e la quantité de toute l'enfonçûre que peut faire la balle avec ſa vîteſſe V, l'équation $u - v = \sqrt{(VV - \frac{2m-2\mu}{m\mu} rx)}$ deviendra $u - v = \sqrt{(VV - \frac{2m-2\mu}{m\mu} re)}$.

Mais lorſque la balle a fait toute l'enfonçûre qu'elle pouvoit faire, ſa vîteſſe u eſt égale à celle du corps dans lequel elle s'eſt enfoncée, en ſorte que $\mu - v = o$. Donc auſſi $VV - \frac{2m-2\mu}{m\mu} re = o$.

On pourra donc mettre VV en la place de $\frac{2m+2\mu}{m\mu} re$; mais $\frac{2m+2\mu}{m\mu} re : \frac{2m+2\mu}{m\mu} rx :: VV : VV \frac{x}{e}$.

On pourra donc mettre auſſi $VV \frac{x}{e}$ en la place de $\frac{2m+2\mu}{m\mu} rx$, & l'on aura, 1.° $u = \frac{mV + \mu\sqrt{(VV - VV\frac{x}{e})}}{m+\mu}$, 2.° $v = \frac{mV - m\sqrt{(VV - VV\frac{x}{e})}}{m+\mu}$.

Comme tous les termes de ces nouvelles Equations ſont homogenes, il ſera facile de déterminer en nombres les vîteſſes u & v.

COROLLAIRE II.

Suppoſons que la balle s'eſt enfoncée de toute la quantité qu'elle pouvoit le faire, on aura $x = e$, & l'équation

$v = \frac{mV - m\sqrt{(VV - VV\frac{x}{e})}}{m+\mu}$ donnera $v = \frac{mV}{m+\mu}$, c'eſt-à-dire que le mouvement mV de la balle ſe partagera entre la balle & le corps percé ; & ce partage ſe fera en raiſon des maſſes, parce que la vîteſſe réſultante v ſera commune à la balle & au corps qu'elle perce.

Ce Corollaire eſt conforme à la formule des vîteſſes que les corps ſans reſſort ont après le choc.

COROLLAIRE III.

Suppoſons maintenant que

1.° La balle m peſe 1 once.

2.° le corps μ qu'elle perce, peſe 60 liv. ou 960 onces.

3.° La vîteſſe V que la balle a avant ſon enfonçûre, eſt de 600 pieds par ſeconde.

Si la balle enfonce de toute la quantité qu'elle peut enfoncer, en ſubſtituant les quantités que nous venons de ſuppoſer, dans l'équation $v = \frac{mV}{m+\mu}$, on trouvera $v = 7$ pouc. 5 lignes $\frac{907}{1000}$, c'eſt-à-dire, que le corps percé recevra une vîteſſe de 5 pouc. 5 lign. $\frac{907}{1000}$ par ſeconde.

COROLLAIRE IV.

Outre toutes les ſuppoſitions que nous avons faites dans le Corollaire précédent, ſuppoſons encore que les Fibres du bois réſiſtent de maniére que l'enfonçûre totale de la balle ne peut être que de 4 pouces ; ſuppoſons de plus que le bois qu'elle a à percer, n'a que 8 lignes d'épaiſſeur, il faudra mettre 4 pouc. 8 lignes, ou 48 lign. & 8 lignes, ou enfin 6 & 1 qui ſont dans le même rapport, à la place de e, x. Cela poſé, la formule $v = \frac{mV - mV(VV - VV\frac{x}{e})}{m+\mu}$ deviendra $v = 7$ lign. $\frac{8542}{10000}$, c'eſt-à-dire, que le corps percé acquerera une vîteſſe de 7 lignes $\frac{8542}{10000}$ par ſeconde.

COROLLAIRE V.

Subſtituant les mêmes quantités dans la formule $u = \frac{mV + \mu\sqrt{(VV - VV\frac{x}{c})}}{m+\mu}$, on aura $u = 547$ pieds $\frac{7226}{10000}$, c'eſt-à-dire, que quand la balle, qui peut percer une épaiſſeur de 4 pouces, n'en percera que la 6.me partie, il lui reſtera, après l'avoir percée, une vîteſſe u de 547.7226 pieds par ſeconde de celle de 600 pieds par ſeconde qu'elle avoit auparavant.

COROLLAIRE VI.

Si la balle a toûjours la même épaiſſeur de bois à traverſer, & qu'elle en puiſſe percer davantage, je dis que plus la vîteſſe de la balle ſera grande avant ſon enfonçûre, & moins le corps qu'elle percera en recevra de vîteſſe.

Pour le démontrer, il n'y a qu'à différencier la formule $v = \frac{mV - m\sqrt{(VV - \frac{2m - 2\mu}{m\mu}rx)}}{m+\mu}$, en faiſant V variable, & tout le reſte conſtant, puiſqu'on veut ſçavoir ce qui arrivera du changement de V; on aura $dv = \frac{mVdV}{(m+\mu)V} - \frac{mVdV}{(m+\mu)\sqrt{(VV - \frac{2m - 2\mu}{m\mu}rx)}}$.

Mais le ſecond membre de cette équation, en faiſant croître V, eſt négatif; donc le premier dv, qui eſt la différentielle de la vîteſſe du corps percé, eſt auſſi négatif. D'où il ſuit que quand un corps pourra être entiérement percé par une balle de Mouſquet, plus on donnera de vîteſſe à la balle, & moins elle en communiquera au corps qu'elle percera.

COROLLAIRE VII.

Au contraire ſi la balle ne peut pas percer entiérement le corps dans lequel elle s'enfonce, plus elle aura de vîteſſe, & plus elle en donnera au corps dans lequel elle s'enfoncera.

Car on a vû dans le Corollaire II, que quand la balle reste dans le corps après s'y être enfoncée de toute la quantité qu'elle a pû, on a $v = \frac{mV}{m+\mu}$.

Mais m & μ étant constants, v croîtra dans le même rapport que croîtra V; c'est-à-dire, que plus la vîtesse de la balle sera grande, plus aussi elle en communiquera, dans le même rapport, au corps dans lequel elle s'enfoncera quand elle ne pourra pas percer ce corps entiérement.

COROLLAIRE VIII.

Nous avons trouvé $u - v = V(VV - \frac{2m - 2\mu}{m\mu} rx)$, & nous avons vû dans le Corollaire I, que cette formule se réduisoit à $VV - \frac{2m - 2\mu}{m\mu} re = 0$, lorsque la balle s'étoit enfoncée d'une quantité e, qui est toute son enfonçûre possible. Or comme les termes de cette équation ne sont pas homogenes, si en la place du quarré VV de la vîtesse de la balle avant son enfonçûre, on y substituë une quantité $2a$ qui exprime le double de la hauteur dont la balle doit tomber pour acquérir sa vîtesse V, on aura $a - \frac{m - \mu}{m\mu} re = 0$, & par conséquent $r = \frac{m\mu a}{(m+\mu)e}$, c'est la formule qui exprime la résistance des parties du bois qui s'opposent en même temps à l'enfonçûre de la balle.

COROLLAIRE IX.

Or un corps, pour acquérir une vîtesse de 600 pieds par seconde, doit tomber d'une hauteur $a = 6000$ pieds.

Mettant donc 6000 pieds 1 once, 960 onces & 4 pouc. en la place des indéterminées a, m, μ, e, dans l'équation $r = \frac{m\mu a}{(m+\mu).e}$, on aura $r = 17981$ onces 2 gros; c'est-à-dire, que la balle de Mousquet qui enfoncera dans un

corps qu'elle pourra mouvoir, y trouvera une résistance continuelle de 17981 onces 2 gros. Supposé que la balle pesant une once avec une vîtesse de 600 pieds par seconde, puisse faire une enfonçûre de 4 pouces dans un corps mobile du poids de 60 livres, ou de 960 onces.

COROLLAIRE X.

Si le corps dans lequel la balle enfonce, n'étoit pas mobile, il faudroit le considérer comme un corps d'un poids infini, & faire $m + \mu = \mu$ & $v = 0$ dans l'équation $u - v = \sqrt{(VV - \frac{2m - 2\mu}{m\mu} rx)}$, & l'on auroit $u = \sqrt{(VV - \frac{2rx}{m})}$.

Mais quand la balle a fait toute son enfonçûre dans un corps immobile, on a $u = 0$. Donc alors $VV = \frac{2rx}{m}$.

Mettant $2a$ pour VV, on a $ma = rx$ & $x = \frac{ma}{r}$.

Substituant 1 once, 6000 pieds, 17981 onces 2 gros, ou $\frac{17280000}{961}$ onces, en la place de m, a, r, on aura $x =$ précisément $=$ 4 pouces 0 ligne $\frac{1}{20}$ de ligne. Ainsi en supposant la même résistance de Fibres, l'enfonçûre sera plus grande de $\frac{1}{20}$ de ligne quand le corps percé sera immobile, que quand il pourra être mû de la quantité qui vient d'être déterminée.

REMARQUE.

Je ne puis mieux finir ce Mémoire, qu'en remarquant comment on peut estimer la force de la Percussion.

Les forces mortes, telles que sont les poids, qui n'ont point encore de vîtesse acquise, se mesurent par des forces semblables, c'est-à-dire, par d'autres poids établis, avec lesquels on les compare, en les mettant en équilibre ensemble, & en considérant le levier de chacun.

La Percussion étant une force de corps en mouvement, se

peut mesurer de deux façons. Si on la considere comme présente & instantanée, il faut une résistance infinie pour la tenir en équilibre, mais on la peut mesurer par d'autres forces de même espece qu'elle, en les mettant ensemble en équilibre.

La Percussion ou la force d'un corps en mouvement, considérée par ses effets, se peut mesurer par des poids, mais non pas de la même maniére que l'on mesure les forces mortes; car les forces mortes se mesurent par les poids qui font équilibre avec elles, & les forces vives se mesurent par le poids ou la résistance constante & morte à laquelle ils résistent, & qu'ils surmontent pendant un certain temps; car la force vive n'étant autre chose qu'une force morte appliquée à un corps pendant un temps fini, on pourroit dire que la force d'un corps en mouvement seroit une livre appliquée pendant 1 seconde, 1 minute, &c.



DES CENTRES D'OSCILLATION DANS DES MILIEUX RESISTANTS.

Par M. CLAIRAUT.

LA recherche des Centres d'Oscillation a été regardée depuis long-temps comme un des Problemes des plus intéressants de la Méchanique; aussi les plus habiles Mathématiciens l'ont-ils traité de tant de maniéres, qu'on seroit tenté de croire que l'on n'y peut plus travailler qu'en lui donnant quelque généralité imaginaire, ainsi que plusieurs Géométres ont fait pour tant d'autres Problemes. Cependant il me semble qu'on a oublié dans ce Probleme une circonstance qui étoit absolument nécessaire pour le rendre conforme à ce qui se passe dans la Nature; & par conséquent pour qu'il soit plus utile, c'est d'avoir égard au Milieu où se passe le mouvement. Cette considération ajoûte une nouvelle difficulté au Probleme. Voici comme je m'y suis pris pour la résoudre.

23 Mai 1738.

PROBLEME I.

Supposons qu'une Verge inflexible, chargée de plusieurs poids, fasse ses oscillations dans un Milieu qui résiste, comme une fonction quelconque de la vîtesse, par exemple, comme $pV^m + qV^n$, *on demande la vîtesse de la Verge dans un instant quelconque.*

PREMIÉRE SOLUTION

Où l'on employe le principe de la conservation des Forces vives.

Quoique les sentiments soient partagés parmi les plus grands Mathématiciens de l'Europe sur l'estimation des Forces, que les uns mesurent en multipliant les masses par les quarrés des vîtesses, & les autres en multipliant les masses par

les simples vîtesses ; tous semblent réunis au moins à croire que ce qu'on appelle *Force vive*, ou produit des masses par les quarrés des vîtesses, ne s'altere point dans le mouvement de plusieurs corps qui agissent les uns sur les autres en se choquant, ou en se tirant par des fils ou verges inflexibles.

Tous les Sçavants conviennent, par exemple, que si des corps se meuvent en agissant les uns sur les autres sur un plan horisontal, la somme des produits de tous ces corps par les quarrés de leurs vîtesses fait toûjours une somme constante. C'est une des plus fortes raisons que les partisans des Forces vives ayent données en faveur de leur sentiment, puisqu est naturel de croire que si les corps ne perdent de leurs for qu'autant qu'ils en communiquent à d'autres corps, la som des forces doit être toûjours la même. Mais sans m'arrête examiner si les forces doivent s'estimer de cette maniére, o si l'on doit prendre simplement les quantités de mouvement pour les forces, comme le pensent plusieurs grands Géometres & Physiciens, nous profiterons de l'uniformité de sentiment où l'on est pour la conservation des produits des masses par les quarrés des vîtesses.

Lorsque des corps liés ensemble ne sont pas sur des plans horisontaux, c'est-à-dire, qu'outre les forces des fils, des verges, ou des autres instruments par lesquels ils agissent les uns sur les autres, la gravité s'y joint encore pour augmenter ou pour diminuer leurs mouvements primitivement donnés, le principe de la conservation des Forces vives n'y est pas moins applicable. On se sert alors de ce Théoreme, *Que dans une situation quelconque des corps mûs, la somme des masses par les quarrés des vîtesses actuelles, que nous appellons* la somme des Forces vives actuelles, *est, non pas constante, comme dans le premier cas, mais égale à la quantité des Forces vives des mêmes corps, en commençant leurs mouvements, plus à la somme des effets ou impulsions de la gravité, depuis le point d'où ils sont tombés jusqu'au lieu des corps dans la situation où l'on les considere.*

Cette maniére d'employer les Forces vives, peut s'appliquer encore de même dans des systemes où, au lieu de la

gravité

gravité ordinaire, on supposeroit des Forces variables en quantité & en direction. Je ne connois cependant aucun Probleme résolu de ce genre; mais ce qu'on a encore moins fait, que je sçache, c'est d'employer la Théorie des Forces vives pour trouver la vîtesse d'un systeme de corps pesants dans un Milieu qui résiste comme une fonction quelconque de la vîtesse. Il semble même d'abord que cette Théorie n'est pas applicable alors, puisque les forces des corps se communiquant aux particules du Milieu, la conservation n'a plus lieu, à moins qu'on ne sçût ce que le Milieu reçoit de force; difficulté qui paroît insurmontable. Mais la méthode que nous employerons, nous évitera la recherche de ce qui arrive aux particules du fluide.

Nous supposerons premiérement que les vîtesses des corps qui se meuvent, soient données par quelques fonctions des coordonnées; les résistances, fonctions des vîtesses, seront par conséquent données aussi, étant retranchées des forces tangentielles de la gravité, on aura les forces accélératrices qui animeroient les corps, s'ils venoient à être dégagés les uns des autres dans la situation où on les considere. Je regarde alors ces forces accélératrices comme si elles étoient produites par quelque cause unique, ainsi que la gravité, & dans ce cas la conservation peut avoir lieu; en voici le calcul.

Soit $CDEFG$ la verge chargée des poids $E, F, G,$ &c. on prendra un point D à une distance arbitraire de C, & l'on nommera CD, r; CE, a; CF, b; CG, c; &c. CDE étant la situation de la verge avant que de se mouvoir, & CNM celle où l'on cherche sa vîtesse, on nommera QN, x, & par conséquent $PM, \frac{ax}{r}$; $P'M', \frac{bx}{r}$, &c. on nommera aussi Nn, ds, & v la vîtesse du point N, ce qui donnera $Mm = \frac{ads}{r}$, $M'm' = \frac{bds}{r}$, &c. la vîtesse du point $M, \frac{va}{r}$, celle du point $M', \frac{vb}{r}$, &c. *V. la Figure suivante.*

La somme des forces vives des corps $E, F, G,$ lorsqu'ils

sont arrivés dans la situation M, M', M'', sera $\frac{Eaavv}{rr}$ $+ \frac{Fbbvv}{rr} + \frac{Gccvv}{rr}$.

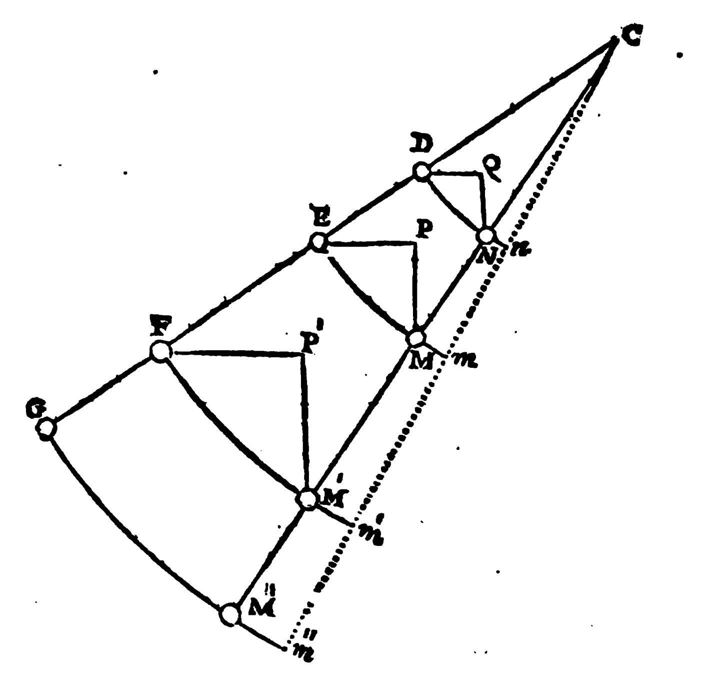
Si l'on suppose présentement que le milieu résiste comme une fonction quelconque de la vîtesse, par exemple, comme $pV^m + qV^n$, nous aurons $\frac{pv^m a^m}{ir^m} + \frac{qv^n a^n}{ir^n}$ pour la résistance que le corps E éprouve en M, en supposant que i soit le coëfficient qui convienne pour la rendre particuliére au corps E plûtôt qu'à tout autre qu'on mettroit à la même place, $\frac{pv^m b^m}{kr^m} + \frac{qv^n b^n}{kr^n}$ exprimera la résistance du corps F en M', &c.

Nommant ensuite g la partie de la force de la gravité que l'on a, en retranchant la pesanteur spécifique du milieu de celle du corps E, g' la partie de la gravité qui accélere de la même façon le corps F, qu'on ne suppose pas de même matiére que le corps E, afin de rendre le Probleme plus général, g'' la partie de la gravité qui accélere G, on aura pour la force accélératrice qui vient seulement de la gravité moins la résistance,

$$\frac{g\,dx}{ds} - \frac{pv^m a^m}{ir^m} - \frac{qv^n a^n}{ir^n} \text{ en } M.$$

$$\frac{g'\,dx}{ds} - \frac{pv^m b^m}{kr^m} - \frac{qv^n b^n}{kr^n} \text{ en } M', \text{ \&c.}$$

Ces forces seroient les seules qui accéléreroient les corps E, F, G, dans les points M, M', M'', &c. si la verge venoit à se rompre. Supposant donc que l'espace dans lequel tout le mouvement se passe, fût vuide, & que la gravité y fût exprimée par ces quantités aux points M, M', sur les côtés Mm, $M'm'$, &c. & calculant les vîtesses que les corps E, F, G, auroient en M, M', M'', sans faire attention à la force de la verge, on auroit par le principe de la conservation des forces vives, la somme des quarrés de ces vîtesses



par les masses E, F, G, égales à la somme des forces vives actuelles.

Pour trouver les vîtesses dont nous venons de parler, on nommera u celle qu'auroit alors le point N, & par conséquent $\frac{au}{r}$, $\frac{bu}{r}$, &c. celles des points M, M', &c.

On aura ainsi $\left(\frac{gdx}{ds} - \frac{pv^m a^m}{ir^m} - \frac{qv^n a^n}{ir^n}\right)\frac{ds}{u} = \frac{adu}{r}$,

ou $\frac{2agdx}{r} - \frac{2pv^m a^{m+1} ds}{ir^{m+1}} - \frac{2qv^n a^{n+1} ds}{ir^{n+1}} = \frac{2aaudu}{rr}$, dont

l'integrale $\frac{2agx}{r} - \frac{2pa^{m+1}}{ir^{m+1}}\int v^m ds - \frac{2qa^{n+1}}{ir^{n+1}}\int v^n ds = \frac{uuaa}{rr}$ étant multipliée par la masse E, donnera la force vive que le corps M auroit s'il étoit mû librement dans un espace où la force accélératrice seroit la précédente.

Prenant de même les forces vives que les corps M', M'', auroient, & égalant leurs sommes à celle des forces vives

actuelles, on aura $\frac{Eaavv}{rr} + \frac{Fbbvv}{rr} + \&c. = \frac{2gxaE}{r}$

$$- \frac{2pa^{m+1}E}{ir^{m+1}} \int v^m ds - \frac{2qa^{n+1}E}{ir^{n+1}} \int v^n ds + \frac{2g'xbF}{r}$$

$$- \frac{2pb^{m+1}F}{kr^{m+1}} \int v^m ds - \frac{2qb^{n+1}F}{kr^{n+1}} \int v^n ds + \&c.$$

ou $\frac{vv}{rr} \times (aaE + bbF + ccG) = \frac{2x}{r} (aEg + bFg' + cGg'')$

$$- \frac{2p}{r^{m+1}} \int v^m ds \times \left(\frac{Ea^{m+1}}{i} + \frac{Fb^{m+1}}{k} + \frac{Gc^{m+1}}{l}\right)$$

$- \frac{2q}{r^{n+1}} \int v^n ds \times \left(\frac{Ea^{n+1}}{i} + \frac{Fb^{n+1}}{k} + \frac{Gc^{n+1}}{l}\right)$ qui eſt l'équation à réſoudre pour avoir la valeur de v, ou de la vîteſſe actuelle de V, & la queſtion n'eſt plus que de calcul. On voit d'abord que la difficulté eſt la même que celle que renferme le Problème où un ſeul corps ſe meut librement dans un cercle EM, dans un milieu qui réſiſte comme une fonction $eV^m + fV^n$.

SECONDE SOLUTION

indépendante des Forces vives.

Les mêmes dénominations étant ſuppoſées que dans la Solution précédente, on nommera ϕ la force de la verge en M, pour pouſſer le corps ſuivant la direction Mm, ϕ' celle de la même verge en M', &c.

$\frac{\phi}{E}$ ſera la force accélératrice ou rétardatrice du corps E, provenant de cette impulſion.

Il eſt évident qu'il faut diviſer ϕ par E, comme nous le faiſons, parce que la force de la verge n'eſt pas une force qui anime toutes les parties des corps comme la gravité, c'eſt une force telle que ſi dans l'inſtant que le corps E eſt en M, & qu'il y reçoit une impulſion de la verge, ſoit pour accélérer, ou pour retarder ſon mouvement, l'on en mettoit un autre à ſa place qui fût plus petit, il recevroit plus de vîteſſe, & au contraire.

Reprenant donc l'expreſſion que nous avons trouvée dans la Solution précédente pour la force accélératrice du corps E qui vient de la gravité moins la réſiſtance, & y ajoûtant $\frac{\varphi}{E}$, on aura $\frac{gdx}{ds} - \frac{pv^m a^m}{ir^m} - \frac{qv^n a^n}{ir^n} + \frac{\varphi}{E}$, d'où l'on tirera $\left(\frac{gdx}{ds} - \frac{pv^m a^m}{ir^m} - \frac{qv^n a^n}{ir^n} + \frac{\varphi}{E}\right)\frac{ds}{v} = \frac{adv}{r}$, qui donne $\frac{2aEgdx}{r} + \frac{2\varphi ads}{r} - \frac{2pEa^{m+1}v^m ds}{ir^{m+1}} - \frac{2qEa^{n+1}v^n ds}{ir^{n+1}} = \frac{2aaEvdv}{rr}$, dont l'intégrale eſt $\frac{2aEgx}{r} + \frac{2a}{r}\int\varphi ds - \frac{2pEa^{m+1}}{ir^{m+1}}\int v^m ds - \frac{2qEa^{n+1}}{ir^{n+1}}\int v^n ds = \frac{aaEvv}{rr}$.

De la même maniére on aura $\frac{2bFgx}{r} + \frac{2b}{r}\int\varphi' ds - \frac{2pFb^{m+1}}{kr^{m+1}}\int v^m ds - \frac{2qFb^{n+1}}{kr^{n+1}}\int v^n ds = \frac{bbFvv}{rr}$, & ainſi des autres corps G, &c.

Suppoſons préſentement pour un moment que la verge ne ſoit chargée que de deux corps E & F, il eſt évident que la force qu'elle a pour agir ſur ces corps, ſe diſtribuera ſur eux en ſens contraire, en ſorte que ſi elle accélere le corps E, elle retardera le corps F; mais la force appliquée en M' pour retarder le mouvement du corps F, étant φ', $\frac{\varphi' b}{a}$ ſera celle qu'il faudroit appliquer en M pour lui être équivalente, donc $\frac{\varphi' b}{a} = \varphi$, & eſt en ſens contraire. Donc $\varphi' b + a\varphi = 0$.

S'il y avoit trois corps, on verroit de même que deux devroient être accélérés, pendant que le troiſiéme ſeroit retardé, ou au contraire. Et cela ſe feroit viſiblement, de façon que $\varphi a + \varphi' b + \varphi'' c = 0$, &c.

Ajoûtant donc toutes les équations qu'on pourroit avoir comme les deux précédentes, on aura

$(aaE+bbF+ccG)\frac{vv}{rr}=\frac{2x}{r}(aEg+bFg'+cGg'')-\frac{2p}{r^{m+1}}\int v^m ds\left(\frac{Ea^{m+1}}{i}+\frac{Fb^{m+1}}{k}+\frac{Gc^{m+1}}{l}\right)-\frac{2q}{r^{n+1}}\int v^n ds\left(\frac{Ea^{n+1}}{i}+\frac{Fb^{n+1}}{k}+\frac{Gc^{n+1}}{l}\right)$ qui eſt la même que celle de la Solution précédente.

PROBLEME II.

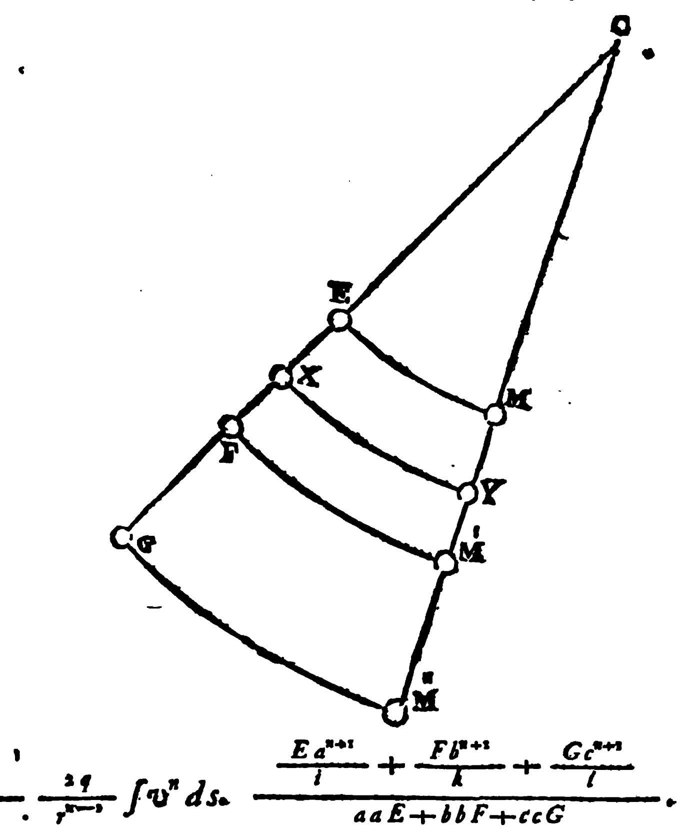
Trouver le centre d'oſcillation des corps E, F, G; ou plûtôt déterminer les milieux dans leſquels il peut y avoir un centre d'oſcillation.

Trouver le centre d'oſcillation de pluſieurs corps, c'eſt trouver un Pendule ſimple qui feroit ſes oſcillations ſemblables dans les mêmes temps. Soit donc λ la longueur CX, à laquelle plaçant le corps X, ce corps arriveroit de X en Y dans le même temps que le Pendule compoſé $CEFG$ ſe meut de $CEFG$ en $CMM'M''$.

Par ce que nous avons dit ci-deſſus, on aura $\left(\frac{\gamma dx}{ds}-\frac{pv^m\lambda^m}{\pi r^m}-\frac{qv^n\lambda^n}{\pi r^n}\right)\frac{ds}{v}=\frac{\lambda dv}{r}$, ou $2\gamma dx-\frac{2pv^m\lambda^m ds}{\pi r^m}-\frac{2qv^n\lambda^n ds}{\pi r^n}=\frac{2\lambda v dv}{r}$ (π étant le coëfficient qui convient au corps X, qu'on place au centre d'oſcillation, & γ la partie de la gravité que l'on a en retranchant la peſanteur ſpécifique du milieu de celle du corps X) qui donne $vv=\frac{2\gamma xr}{\lambda}-\frac{2p\lambda^{m-1}}{\pi r^{m-1}}\int v^m ds-\frac{2q\lambda^{n-1}}{\pi r^{n-1}}\int v^n ds$. Il n'y a donc qu'à égaler cette valeur de vv à celle que l'on a trouvée par le Probleme précédent, & l'on aura λ & π qui déterminent la longueur du Pendule & la maſſe à faire oſciller.

La valeur de vv tirée du Probleme précédent eſt

$$2xr.\frac{gaE+g'bF+g''cG}{aaE+bbF+ccG}-\frac{2p}{r^{m-1}}\int v^m ds.\frac{\frac{Ea^{m+1}}{i}+\frac{Fb^{m+1}}{k}+\frac{Gc^{m+1}}{l}}{aaE+bbF+ccG}$$



$$- \cdot \frac{2q}{r^{n-1}} \int v^n ds \cdot \frac{\frac{E a^{n+1}}{i} + \frac{F b^{n+1}}{k} + \frac{G c^{n+1}}{l}}{aaE + bbF + ccG}.$$

Comparant ces deux valeurs de vv, terme à terme, on voit d'abord par le premier, que λ doit être égal à $\frac{(aaE+bbF+ccG)\gamma}{aEg+bFg'+cGg''}$. D'où l'on apprend que s'il y a un centre d'oscillation, il doit être toûjours à la même distance, soit que le milieu résiste, soit qu'il ne résiste pas; & si les corps E, F, G, sont de même matiére, le centre d'oscillation sera le même que dans le vuide.

En comparant les seconds termes des deux différentes valeurs de vv, on a $\pi = \frac{(aaE+bbF+ccG)\lambda^{n-1}}{\frac{Ea^{n+1}}{i} + \frac{Fb^{n+1}}{k} + \frac{Gc^{n+1}}{l}}$. D'où l'on trouve la masse qu'il faut placer au centre d'oscillation

pour que le mouvement se passe de la même maniére que dans le Pendule composé. Car π détermine cette masse, si l'on suppose que la figure qu'on lui assigne soit sphérique, ou constamment la même dans les différents cas où l'on cherche les centres d'oscillations.

On voit par-là en quoi la recherche du centre d'oscillation dans le plein, differe de la même recherche dans le vuide, puisque lorsqu'un Pendule composé se meut dans le vuide, on peut réunir sa masse au centre d'oscillation, ou y mettre telle autre masse qu'on voudra, & lui supposer une figure quelconque; au lieu que dans le milieu résistant, le corps réduit à un volume infiniment petit qu'on place au centre d'oscillation, ne sçauroit avoir en même temps & sa masse & sa figure données.

En comparant les troisiémes termes, on trouveroit une seconde valeur de π, qui ne pouvant être égale à la premiére que dans quelque condition particuliére des corps *E, F, G,* fait voir que si l'on se restreint à mettre au centre d'oscillation une masse toûjours sphérique ou de figure donnée, il n'y aura de centre d'oscillation que dans les milieux qui résistent comme une simple puissance de la vîtesse. Si l'on veut au contraire que la masse réduite à un volume infiniment petit, que l'on suppose placée au centre d'oscillation, ait une figure particuliére pour chaque Pendule composé, on pourra trouver de telles figures que les coëfficients p & q de la résistance $pv^m + qv^n$ soient changés, & dans ce cas les deux valeurs de π ne seront pas différentes, & il y aura toûjours un centre d'oscillation qui sera à la même distance, soit que le milieu résiste, soit qu'il ne résiste pas, ce que personne n'avoit encore remarqué.



MOYEN

MOYEN FACILE
D'AUGMENTER
LA SOLIDITÉ, LA FORCE ET LA DURÉE
DU BOIS.

Par M. DE BUFFON.

IL ne faut pour cela qu'écorcer l'arbre du haut en bas dans le temps de la séve, & le laisser sécher entiérement sur pied avant que de l'abbattre; cette préparation ne demande qu'une très-petite dépense, on va voir les précieux avantages qui en résultent. 23 Decemb. 1738.

Les choses aussi simples & aussi aisées à trouver que l'est celle-ci, n'ont ordinairement aux yeux des Physiciens qu'un mérite bien léger, mais leur utilité suffit pour les rendre dignes d'être présentées, & peut-être que l'exactitude & les soins que j'ai joints à mes recherches, leur feront trouver grace devant ceux mêmes qui ont le mauvais goût de n'estimer d'une découverte, que la peine & le temps qu'elle a coûté. J'avouë que je suis surpris de me trouver le premier à annoncer celle-ci, sur-tout depuis que j'ai lû ce que Vitruve & Evelin rapportent à cet égard. Le premier nous dit dans son Architecture, qu'avant d'abbattre les arbres, il faut les cerner par le pied jusque dans le cœur du bois, & les laisser ainsi sécher sur pied, après quoi ils sont bien meilleurs pour le service, auquel on peut même les employer tout de suite. Le second rapporte dans son Traité des Forêts, que le Docteur Plot assûre dans son Histoire naturelle qu'autour de Staffort en Angleterre on écorce les gros arbres sur pied dans le temps de la séve, qu'on les laisse sécher jusqu'à l'hiver suivant, qu'on les coupe alors; qu'ils ne laissent pas que de vivre sans écorce, que le bois en devient bien plus dur, & qu'on se sert de l'aubier comme du cœur. Ces faits sont assés précis, & sont

rapportés par des Auteurs d'un aſſés grand crédit pour avoir mérité l'attention des Phyſiciens, & même des Architectes; mais il y a tout lieu de croire qu'outre la négligence qui a pu les empêcher juſqu'ici de s'aſſûrer de la vérité de ces faits, la crainte de contrevenir à l'Ordonnance des Eaux & Forêts, a pu retarder leur curioſité. Il eſt défendu, ſous peine de groſſes amendes, d'écorcer aucun arbre, & de le laiſſer ſécher ſur pied. Cette défenſe, qui d'ailleurs eſt fondée, a dû faire un préjugé contraire, qui ſans doute aura fait regarder ce que nous venons de rapporter comme des faits faux, ou du moins hazardés; & je ſerois encore moi-même dans l'ignorance à cet égard, ſi les attentions de M. le Comte de Maurepas pour les Sciences ne m'euſſent procuré la liberté de faire mes expériences ſans avoir à craindre de les payer trop cher.

Dans un Bois taillis nouvellement abbattu, & où j'avois fait réſerver quelques beaux arbres, le 3.me de Mai 1733 j'ai fait écorcer ſur pied quatre Chênes d'environ 30 à 40 pieds de hauteur, & de 5 à 6 pieds de pourtour, ces arbres étoient tous quatre très-vigoureux, bien en ſéve, & âgés d'environ 70 ans; j'ai fait enlever l'écorce depuis le ſommet de la tige juſqu'au pied de l'arbre avec une ſerpe. Cette opération eſt aiſée, l'écorce ſe ſéparant très-facilement du corps de l'arbre dans le temps de la ſéve. Ces Chênes étoient de l'eſpece commune dans les Forêts qui porte le plus gros Gland. Quand ils furent entiérement dépouillés de leur écorce, je fis abbattre quatre autres Chênes de la même eſpece dans le même terrein, & auſſi ſemblables aux premiers que je pus les trouver. Mon deſſein étoit d'en faire le même jour écorcer ſix, & abbattre tout autant, mais je ne pus achever cette opération que le lendemain : de ces ſix Chênes écorcés, il s'en trouva deux qui étoient beaucoup moins en ſéve que les quatre autres. Je fis conduire ſous un hangar les ſix arbres abbattus, pour les laiſſer ſécher dans leur écorce juſqu'au temps que j'en aurois beſoin, pour les comparer avec ceux que j'avois fait dépouiller. Comme je m'imaginois que cette opération leur avoit fait grand tort, & qu'elle devoit

produire un grand changement, j'allai plusieurs jours de suite visiter très-curieusement mes arbres écorcés, mais je n'apperçus aucune altération sensible pendant plus de deux mois. Enfin le 10.me de Juillet, l'un de ces Chênes, celui qui étoit le moins en séve dans le temps de l'écorcement, laissa voir les premiers simptômes de la maladie qui devoit bien-tôt le détruire. Ses feuilles commencerent à jaunir du côté du Midi, & bien-tôt jaunirent entiérement, sécherent & tomberent, de sorte qu'au 26 d'Août il ne lui en restoit pas une. Je le fis abbattre le 30 du même mois, j'étois présent; il étoit devenu si dur, que la cognée avoit peine à entrer, & qu'elle cassa sans que la mal-adresse du bûcheron me parût y avoir part; l'aubier sembloit être plus dur que le cœur du bois qui étoit encore humide & plein de séve.

Celui de mes arbres qui dans le temps de l'écorcement n'étoit pas plus en séve que le précédent, ne tarda guere à le suivre; ses feuilles commencerent à changer de couleur au 13.me de Juillet, & il s'en défit entiérement avant le 10.me de Septembre. Comme je craignois d'avoir fait abbattre trop tôt le premier, & que l'humidité que j'avois remarquée au dedans, indiquoit encore quelque reste de vie, je fis réserver celui-ci, pour voir s'il pousseroit des feuilles au printemps suivant.

Mes quatre autres Chênes résisterent vigoureusement, ils ne quitterent leurs feuilles que quelques jours avant le temps ordinaire; & même l'un des quatre, dont la tête étoit légere & peu chargée de branches, ne les quitta qu'au temps juste de leur chûte naturelle, mais je remarquai que les feuilles, & mêmes quelques rejettons de tous quatre, s'étoient desséchés du côté du Midi plusieurs jours auparavant.

Au printemps suivant tous ces arbres devancerent les autres, & n'attendirent pas le temps ordinaire du développement des feuilles pour en faire paroître, ils se couvrirent de verdure huit à dix jours avant la saison. Je prévis tout ce que cet effort devoit leur coûter; j'observai les feuilles, leur accroissement fut assés prompt, mais bien-tôt arrêté, faute de nourriture

ſuffiſante, cependant elles vêcurent; mais celui de mes arbres qui l'année précédente s'étoit dépouillé le premier, ſentit auſſi le premier tout l'effet de l'état d'inanition & de ſéchereſſe où il étoit réduit; ſes feuilles ſe fanerent bien-tôt, & tomberent pendant les chaleurs de Juillet 1734. Je le fis abbattre le 30.me d'Août, c'eſt-à-dire, une année après celui qui l'avoit précédé; je jugeai qu'il étoit tout au moins auſſi dur que l'autre à l'aubier, & beaucoup plus dur dans le cœur du bois qui étoit à peine encore un peu humide. Je le fis conduire ſous un hangar, où l'autre étoit déja avec les ſix arbres dans leur écorce, auxquels je voulois les comparer.

Trois des quatre arbres qui me reſtoient, quitterent leurs feuilles au commencement de Septembre, mais le Chêne à tête légere les conſerva plus long-temps, & il ne s'en défit entiérement qu'au 22 du même mois. Je les fis réſerver avec celui des trois autres qui me parut le moins malade pour l'année ſuivante, & je fis abbattre les deux plus foibles en Octobre 1734. Je laiſſai l'un de ces arbres expoſé à l'air & aux injures du temps, & je fis conduire l'autre ſous le hangar; ils furent trouvés très-durs à la cognée, & le cœur du bois étoit preſque ſec.

Au printemps 1735 le plus vigoureux de mes deux arbres réſervés donna encore quelques ſignes de vie, les boutons ſe gonflerent, mais les feuilles ne purent ſe développer. L'autre me parut tout-à-fait mort; en effet, l'ayant fait abbattre au mois de Mai, je reconnus qu'il n'avoit plus d'humide radical, & je le trouvai d'une très-grande dureté tant en dehors qu'en dedans. Je fis abbattre le dernier quelque temps après, & je les fis conduire tous deux au hangar pour être mis avec les autres à un nouveau genre d'épreuve.

Pour mieux comparer la force du bois des arbres écorcés avec celle du bois ordinaire, j'eus ſoin de mettre enſemble chacun des ſix Chênes que j'avois fait amener en grume avec un Chêne écorcé de même groſſeur à peu-près; car j'avois déja reconnu par expérience que le bois dans un arbre d'une certaine groſſeur, étoit plus peſant & plus fort que le bois

d'un arbre plus petit, quoique de même âge. Je donnerai ailleurs l'explication de ce fait qui est assés singulier; mais pour ne pas m'éloigner de mon sujet, il me suffira de dire ici que je fis scier tous mes arbres par piéces de 14 pieds de longueur, que j'en marquai les centres au dessus & au dessous, que je fis tracer aux deux bouts de chaque piéce un quarré de 6 pouces $\frac{1}{2}$, & que je fis scier & enlever les quatre faces, de sorte qu'il ne me resta de chacune de ces piéces qu'une solive de 14 pieds de longueur sur 6 pouces très-juste d'équarrissage. Je les fis travailler à la varloppe, & réduire avec beaucoup de précaution à cette mesure dans toute leur longueur, & j'en fis rompre quatre de chaque espece, afin de reconnoître leur force, & d'être bien assûré de la grande différence que j'y trouvai d'abord.

Il seroit peut-être à propos de décrire ici l'appareil avec lequel j'ai fait ces expériences; mais comme j'ai fait un Traité particulier de la force du bois, & que je compte donner d'après l'expérience une Table de la résistance & de la cohésion du bois dans tous les sens depuis un pouce jusqu'à 8 pouc. de grosseur, & depuis un pied jusqu'à 30 pieds de longueur, je laisse pour cet ouvrage la description détaillée de la façon dont j'ai fait ces épreuves, où j'ai chargé quelquefois mes poutres de plus de 26 milliers sur un seul point; opération plus rude & plus difficile qu'on ne l'imagine peut-être. Je me contenterai donc de donner ici le résultat de ce que j'ai fait sur le bois écorcé & non écorcé.

La solive tirée du corps de l'arbre qui mourut le premier après l'écorcement, pesoit 242 livres; elle se trouva la moins forte de toutes, & rompit sous 7 mille 940 livres.

Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai, pesoit 234 livres, elle rompit sous 7 mille 320 livres.

La poutre du second arbre écorcé pesoit 249 livres; elle plia plus que la premiére, & rompit sous la charge de 8 mille 362 livres.

Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai, pesoit 236 livres, elle rompit sous 7 mille 385 livres.

La poutre de l'arbre écorcé & laiſſé aux injures du temps, peſoit 258 livres ; elle plia encore plus que la ſeconde, & ne rompit que ſous 8 mille 926 livres.

Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai, peſoit 239 livres, & rompit ſous 7 mille 420 livres.

Enfin la poutre de mon arbre à tête légere, que j'avois toûjours jugé le meilleur, ſe trouva en effet peſer 263 livres, & porta avant que de rompre 9 mille 46 livres.

L'arbre que je lui comparai, peſoit 238 livres, & rompit ſous 7 mille 500 livres.

Les deux autres arbres écorcés ſe trouverent défectueux dans leur milieu, où il ſe trouva quelques nœuds, de ſorte que je ne voulus pas les faire rompre : mais les épreuves ci-deſſus ſuffiſent pour faire voir que le bois écorcé & ſéché ſur pied eſt toûjours plus peſant & conſidérablement plus fort que le bois gardé dans ſon écorce. Ce que je vais rapporter ne laiſſera aucun doute ſur ce fait.

Du haut de la tige de mon arbre écorcé & laiſſé aux injures de l'air, j'ai fait tirer une ſolive de 6 pieds de longueur & de 5 pouces d'équarriſſage ; il ſe trouva qu'à l'une des faces elle avoit un petit abbreuvoir, mais qui ne pénétroit guere que d'un demi-pouce, & à la face oppoſée une petite couleur large d'un pouce d'un bois plus brun que le reſte. Comme ces défauts ne me parurent pas conſidérables, je la fis peſer & charger, elle peſoit 75 livres ; on la chargea en une heure 5 minutes de 8 mille 500 livres, après quoi elle craqua aſſés violemment ; je crus qu'elle alloit caſſer quelque temps après avoir craqué, comme cela arrivoit toûjours, mais ayant eu la patience d'attendre trois heures, & voyant qu'elle ne baiſſoit ni ne plioit, je continuai à la faire charger, & au bout d'une autre heure elle rompit enfin, après avoir craqué pendant une demi-heure ſous la charge de 12 mille 745 liv. Je n'ai rapporté le détail de cette épreuve que pour faire voir que cette ſolive auroit porté davantage ſans les petits défauts qu'elle avoit à deux de ſes faces.

Une ſolive toute pareille, tirée du pied d'un des arbres en

écorce, ne se trouva peser que 72 livres; elle étoit très-saine & sans aucun défaut, on la chargea en une heure 38 minutes, après quoi elle craqua très-légerement, & continua de craquer de quart d'heure en quart d'heure pendant trois heures entiéres, & rompit au bout de ce temps sous la charge de 11 mille 889 livres.

Cette expérience est très-avantageuse au bois écorcé, car elle prouve que le bois du dessus de la tige d'un arbre écorcé, même avec des défauts assés considérables, s'est trouvé plus pesant & plus fort que le bois tiré du pied d'un autre arbre non écorcé, qui d'ailleurs n'avoit aucun défaut, mais ce qui suit est encore plus favorable.

De l'aubier d'un de mes arbres écorcés j'ai fait tirer plusieurs barreaux de 3 pieds de longueur sur un pouce d'équarrissage, entre lesquels j'en ai choisi cinq des plus parfaits pour les rompre. Le premier pesoit 23 onces $\frac{5}{32}$, & rompit sous 287 livres. Le second pesoit 23 onces $\frac{6}{32}$, & rompit sous 291 livres $\frac{1}{2}$. Le troisiéme pesoit 23 onces $\frac{4}{32}$, & rompit sous 275 livres. Le quatriéme pesoit 23 onces $\frac{28}{32}$, & rompit sous 291 livres. Et le cinquiéme pesoit 23 onces $\frac{14}{32}$, & rompit sous 291 livres $\frac{1}{2}$. Le poids moyen est à peu-près 23 onces $\frac{11}{32}$, & la charge moyenne à peu-près 287 livres. Ayant fait les mêmes épreuves sur plusieurs barreaux d'aubier d'un des Chênes en écorce, le poids moyen se trouva de 23 onces $\frac{2}{32}$, & la charge moyenne de 248 livres, & ensuite ayant fait aussi la même chose sur plusieurs barreaux de cœur du même Chêne en écorce, le poids moyen s'est trouvé de 25 onces $\frac{10}{32}$, & la charge moyenne de 256 livres.

Ceci prouve que l'aubier du bois écorcé est non seulement plus fort que l'aubier ordinaire, mais même beaucoup plus que le cœur de Chêne, quoiqu'il soit moins pesant que ce dernier.

Pour en être plus sûr encore, j'ai fait tirer de l'aubier d'un autre de mes arbres écorcés plusieurs petites solives de 2 pieds de longueur sur un pouce $\frac{1}{2}$ d'équarrissage, entre lesquelles je ne pus en trouver que trois d'assés parfaites pour les soûmettre

à l'épreuve. La premiére rompit ſous 1294 livres, la ſeconde ſous 1219 livres, la troiſiéme ſous 1247 livres, c'eſt-à-dire, au pied moyen ſous 1253, mais de pluſieurs ſolives ſemblables que je tirai de l'aubier d'un autre arbre en écorce, le pied moyen de la charge ne ſe trouva que de 997 livres, ce qui fait une différence encore plus grande que dans l'expérience précédente.

De l'aubier d'un autre arbre écorcé & ſéché ſur pied, j'ai fait encore tirer pluſieurs barreaux de 2 pieds de longueur ſur un pouce d'équarriſſage, parmi leſquels j'en ai choiſi ſix, qui, au pied moyen, ont rompu ſous la charge de 501 livres; & il n'a fallu que 353 livres au pied moyen, pour rompre pluſieurs ſolives d'aubier d'un arbre en écorce qui portoit la même longueur & le même équarriſſage; & même, il n'a fallu que 379 livres au pied moyen, pour rompre pluſieurs ſolives de cœur de Chêne en écorce.

Enfin, de l'aubier d'un de mes arbres écorcés, j'ai fait tirer pluſieurs barreaux d'un pied de longueur ſur un pouce d'équarriſſage, parmi leſquels j'en ai trouvé dix-ſept aſſés parfaits pour être mis à l'épreuve; ils peſoient 7 onces $\frac{59}{32}$ au pied moyen, & il a fallu pour les rompre, la charge de 798 livres; mais le poids moyen de pluſieurs barreaux d'aubier d'un de mes arbres en écorce, n'étoit que de 6 onces $\frac{28}{32}$ & la charge moyenne qu'il a fallu pour les rompre, de 629 livres; & la charge moyenne pour rompre de ſemblables barreaux de cœur de Chêne en écorce par huit différentes épreuves, s'eſt trouvée de 731 livres. L'aubier des arbres écorcés & ſéchés ſur pied eſt donc conſidérablement plus peſant que l'aubier des bois ordinaires, & de beaucoup plus fort que le cœur même du meilleur bois. Je ne dois pas oublier de dire que j'ai remarqué en faiſant toutes ces épreuves, que la partie la plus extérieure de l'aubier étoit celle qui réſiſtoit davantage; en ſorte qu'il falloit conſtamment une plus grande charge pour rompre un barreau d'aubier pris à la derniere circonférence de l'arbre écorcé, que pour rompre un pareil barreau pris en dedans. Cela eſt tout-à-fait contraire à ce qui

arrive

arrive dans les arbres traités à l'ordinaire, dont le bois est plus leger & plus foible à mesure qu'il est le plus près de la circonférence. J'ai déterminé la proportion de cette diminution, en pesant à la balance hidrostatique des morceaux du centre des arbres, des morceaux de la circonférence du bois parfait, & des morceaux d'aubier; mais ce n'est pas ici le lieu d'en rapporter le détail, je me contenterai de dire que dans les arbres écorcés, la diminution de solidité du centre de l'arbre à la circonférence, n'est pas à beaucoup près aussi sensible, & qu'elle ne l'est même point du tout dans l'aubier.

Les expériences que nous venons de rapporter sont trop multipliées pour qu'on puisse douter du fait qu'elles concourent à établir: il est donc très-certain que le bois des arbres écorcés & séchés sur pied est plus dur, plus solide, plus pesant & plus fort que le bois des arbres abbattus dans leur écorce, & de-là je pense qu'on peut conclurre qu'il est aussi plus durable. Des expériences immédiates sur la durée du bois seroient encore plus concluantes; mais notre propre durée est si courte, qu'il ne seroit pas raisonnable de les tenter; il en est ici comme de l'âge des souches, & en général, comme d'un très-grand nombre de vérités importantes que l'obscurité du temps semble nous voiler à jamais: il faudroit laisser à la postérité des expériences commencées, il faudroit la mieux traiter que l'on ne nous a traité nous-mêmes; car le peu de traditions physiques que nous ont laissés nos Ancêtres, devient inutile par le défaut d'exactitude ou par le peu d'intelligence des Auteurs, & plus encore, par les faits hazardés ou faux qu'ils n'ont pas eu honte de nous transmettre.

La cause physique de cette augmentation de solidité & de force dans le bois écorcé sur pied, se présente d'elle-même, il suffit de sçavoir que les arbres augmentent en grosseur par des couches additionnelles de nouveau bois qui se forment à toutes les séves entre l'écorce & le bois ancien; nos arbres écorcés ne forment point de ces nouvelles couches, & quoiqu'ils vivent après l'écorcement, ils ne peuvent grossir. La substance destinée à former le nouveau bois se trouve donc

arrêtée & contrainte de se fixer dans tous les vuides de l'aubier & du cœur même de l'arbre, ce qui augmente nécessairement sa solidité, & doit par conséquent augmenter sa force; car j'ai trouvé par plusieurs épreuves, que le bois le plus pesant est aussi le plus fort.

Je ne crois pas que l'explication de cet effet ait besoin d'être plus détaillée; mais à cause de quelques circonstances particulieres qui restent à faire entendre, je vais donner le résultat de quelques autres expériences qui ont rapport à cette matiére.

Le 18 Décembre 1733, j'ai fait enlever des ceintures d'écorce de 3 pouces de largeur à 3 pieds au-dessus de terre, à plusieurs Chênes de différents âges, en sorte que l'aubier paroissoit à nud & entiérement découvert; j'interceptois par ce moyen le cours de toute la séve, qui devoit passer par l'écorce & entre l'écorce & le bois : cependant au Printemps suivant, ces arbres pousserent des feuilles comme les autres & leur ressembloient en tout, je n'y trouvai même rien de remarquable qu'au 22 de Mai; j'apperçus alors des petits bourrelets d'environ une ligne de hauteur au-dessus de la ceinture, qui sortoient d'entre l'écorce & l'aubier tout autour de ces arbres; au-dessous de cette ceinture, il ne paroissoit & il ne parut jamais rien. Pendant l'Eté, ces bourrelets augmenterent d'un pouce en descendant & en s'appliquant sur l'aubier; les jeunes arbres formerent des bourrelets plus étendus que les vieux, & tous conserverent leurs feuilles, qui ne tomberent que dans le temps ordinaire de leur chûte. Au Printemps suivant, elles reparurent un peu avant celles des autres arbres, je crus remarquer que les bourrelets se gonfloient un peu, mais ils ne s'étendirent plus; les feuilles résisterent aux ardeurs de l'Eté, & ne tomberent que quelques jours avant les autres. Au Printemps suivant 1736, mes arbres se parerent encore de verdure & dévancerent les autres; mais les plus jeunes ou plûtôt les plus petits, ne la conserverent pas long-temps, les sécheresses de Juillet les dépouillerent; les plus gros arbres ne perdirent leurs feuilles

qu'en Automne, & j'en ai eu deux qui en avoient encore au mois de Juillet 1737; mais tous ont péri à la troisiéme ou à la quatriéme année. J'ai essayé la force du bois de ces arbres, elle m'a paru plus grande que celle des bois abbattus à l'ordinaire; mais la différence qui, dans les bois entiérement écorcés, est de plus d'un quart, n'est pas à beaucoup près aussi considérable ici, & même n'est pas assés sensible pour que je rapporte les épreuves que j'ai faites à ce sujet. Et en effet, ces arbres n'avoient pas laissé que de grossir au-dessus de la ceinture; ces bourrelets n'étoient qu'une expansion du *Liber* qui s'étoit formé entre le bois & l'écorce; ainsi la séve qui, dans les arbres entiérement écorcés, se trouvoit contrainte de se fixer dans les pores du bois & d'en augmenter la solidité, suivit ici sa route ordinaire, & ne déposa qu'une petite partie de sa substance dans l'intérieur de l'arbre, le reste fut employé à la formation de ce bois imparfait dont les bourrelets faisoient l'appendice, & à la nourriture de l'écorce, qui vêcut aussi long-temps que l'arbre même; au-dessous de la ceinture l'écorce vêcut aussi, mais il ne se forma ni bourrelets ni nouveau bois, l'action des feuilles & des parties supérieures de l'arbre pompoit trop puissamment la séve pour qu'elle pût se porter vers l'écorce de la partie inférieure; & j'imagine que cette écorce du pied de l'arbre a plûtôt tiré sa nourriture de l'humidité de l'air, que de celle de la séve que les vaisseaux latéraux de l'aubier pouvoient lui fournir.

J'ai fait les mêmes épreuves sur plusieurs espéces d'arbres fruitiers, c'est un moyen sûr de hâter leur production; ils fleurissent quelquefois trois semaines avant les autres, & donnent des fruits hâtifs & assés bons la premiere année. J'ai même eu des fruits sur un Poirier dont j'avois enlevé non-seulement l'écorce, mais même tout l'aubier, & ces fruits prématurés étoient aussi bons que les autres. J'ai aussi fait écorcer du haut en bas de gros Pommiers & des Pruniers vigoureux, cette opération a fait mourir dès la premiere année les plus petits de ces arbres; mais les gros ont

quelquefois résisté pendant deux & trois ans; ils se couvroient avant la saison d'une prodigieuse quantité de fleurs, mais le fruit qui leur succédoit ne venoit jamais à maturité, jamais même à une grosseur considérable. J'ai aussi essayé de rétablir l'écorce des arbres qui ne leur est que trop souvent enlevée par différents accidents, & je n'ai pas travaillé sans succès; mais cette matiére est toute différente de celle que nous traitons ici & demande un détail particulier. Je me suis servi des idées que ces expériences m'ont fait naître, pour mettre à fruit des arbres gourmands & qui poussoient trop vigoureusement en bois. J'ai fait le premier essay sur un Coignassier, le troisiéme Avril j'ai enlevé en spirale l'écorce à deux branches de cet arbre; ces deux seules branches donnerent des fruits, le reste de l'arbre poussa trop vigoureusement & demeura stérile : au lieu d'enlever l'écorce, j'ai quelquefois serré la branche ou le tronc de l'arbre avec une petite corde ou de la filasse; l'effet étoit le même, & j'avois le plaisir de recueillir des fruits sur des arbres stériles depuis long-temps; l'arbre en grossissant ne rompt pas le lien qui le serre, il se forme seulement deux bourrelets, le plus gros au-dessus, & le moindre au-dessous de la petite corde; & souvent dès la premiere ou la seconde année, elle se trouve recouverte & incorporée à la substance même de l'arbre.

De quelque façon qu'on intercepte donc la séve, on est sûr de hâter les productions des arbres, sur-tout l'épanouissement des fleurs & la production des fruits. Je ne donnerai pas l'explication de ce fait, on la trouvera dans la statique des végétaux : cette interception de la séve durcit aussi le bois, de quelque façon qu'on la fasse; & plus elle est grande, plus le bois devient dur. Dans les arbres entiérement écorcés, l'aubier ne devient si dur que parce qu'étant plus poreux que le bois parfait, il tire la séve avec plus de force & en plus grande quantité; l'aubier extérieur la pompe plus puissamment que l'aubier intérieur; tout le corps de l'arbre tire jusqu'à ce que les tuyaux capillaires se trouvent remplis &

obstrués; il faut une plus grande quantité de parties fixes de la séve pour remplir la capacité des larges pores de l'aubier, que pour achever d'occuper les petits interstices du bois parfait, mais tout se remplit à peu près également; & c'est ce qui fait que dans ces arbres, la diminution de la pesanteur & de la force du bois depuis le centre à la circonférence, est bien moins considérable que dans les arbres revêtus de leur écorce, & ceci prouve en même temps, que l'aubier de ces arbres écorcés ne doit plus être regardé comme un bois imparfait, puisqu'il a acquis en une année ou deux par l'écorcement, la solidité & la force, qu'autrement il n'auroit acquise qu'en 12 ou 15 ans; car il faut à peu près ce temps dans les meilleurs terreins, pour transformer l'aubier en bois parfait: on ne sera donc pas contraint de retrancher l'aubier, comme on l'a toûjours fait jusqu'ici, & de le rejetter: on employera les arbres dans toute leur grosseur, ce qui fait une différence prodigieuse, puisque l'on aura souvent quatre solives dans un pied d'arbre, duquel on n'auroit pu en tirer que deux: un arbre de 40 ans pourra servir à tous les usages auxquels on employe un arbre de 60 ans; en un mot, cette pratique aisée donne le double avantage d'augmenter non-seulement la force & la solidité, mais encore le volume du bois.

Mais, dira-t-on, pourquoi l'Ordonnance a-t-elle deffendu l'écorcement avec tant de sévérité? N'y auroit-il pas quelqu'inconvénient à le permettre, & cette opération ne fait-elle pas périr les souches? Il est vrai qu'elle leur fait tort; mais ce tort est bien moindre qu'on ne l'imagine, & d'ailleurs il n'est que pour les jeunes souches, & n'est sensible que dans les taillis. Les vûes de l'Ordonnance sont justes à cet égard, & sa sévérité est sage; les marchands de bois font écorcer les jeunes Chênes dans les taillis pour vendre l'écorce, qui s'employe à tanner les cuirs; c'est-là le seul motif de l'écorcement. Comme il est plus aisé d'enlever l'écorce lorsque l'arbre est sur pied qu'après qu'il est abbattu, & que de cette façon un plus petit nombre d'ouvriers peut faire la

même quantité d'écorce, l'usage d'écorcer sur pied se seroit rétabli souvent sans la rigueur des loix : or pour un très-leger avantage, pour une façon un peu moins chere d'enlever l'écorce, on faisoit un tort considérable aux souches. Dans un canton que j'ai fait écorcer & sécher sur pied, j'en ai compté plusieurs qui ne repoussoient plus, quantité d'autres qui poussoient plus foiblement que les souches ordinaires, leur langueur a même été durable; car après trois & quatre ans j'ai vû leurs rejettons ne pas égaler la moitié de la hauteur des rejettons ordinaires de même âge. La défense d'écorcer sur pied est donc fondée en raison, il conviendroit seulement de faire quelques exceptions à cette régle trop générale. Il en est tout autrement des futayes que des taillis, il faudroit permettre d'écorcer les baliveaux & tous les arbres de service; car on sçait que les futayes abbattues ne repoussent presque rien, que plus un arbre est vieux lorsqu'on l'abbat, moins sa souche épuisée peut produire; ainsi, soit qu'on écorce ou non, les souches des arbres de service produiront peu lorsqu'on aura attendu le temps de la vieillesse de ces arbres pour les abbattre. A l'égard des arbres de moyen âge qui laissent ordinairement à leur souche la force de reproduire, l'écorcement ne la détruit pas; car ayant observé les souches de mes six arbres écorcés & séchés sur pied, j'ai eu le plaisir d'en voir quatre couvertes d'un assés grand nombre de rejettons, les deux autres n'ont poussé que très-foiblement; & ces deux souches sont précisément celles des deux arbres, qui, dans le temps de l'écorcement, étoient moins en séve que les autres. Au mois de Novembre dernier, tous ces rejettons avoient 3 à 4 pieds de hauteur; & je ne doute pas qu'ils ne se fussent élevés bien plus haut si le taillis qui les environne & qui les a dévancé, ne les privoit pas des influences de l'air libre si nécessaire à l'accroissement de toutes les plantes.

L'écorcement ne fait donc pas autant de mal aux souches qu'on pourroit le croire, cette crainte ne doit donc pas empêcher l'établissement de cet usage facile & très-avantageux;

mais il faut le restraindre aux arbres destinés pour le service, & il faut choisir le temps de la plus grande séve pour faire cette opération; car alors les canaux sont plus ouverts, la force de succion est plus grande, les liqueurs suivent plus aisément, passent plus librement, & par conséquent, les tuyaux capillaires conservent plus long-temps leur puissance d'attraction, & tous les canaux ne se ferment que long-temps après l'écorcement; au lieu que dans les arbres écorcés avant la séve, le chemin des liqueurs ne se trouve pas frayé, & la route la plus commode se trouvant rompuë avant d'avoir servi, la séve ne peut pas se faire passage aussi facilement, la plus grande partie des canaux ne s'ouvre pas pour la recevoir, son action pour y pénétrer est impuissante, & ces tuyaux sévrés de nourriture sont obstrués faute de tension; les autres ne s'ouvrent jamais autant qu'ils l'auroient fait dans l'état naturel de l'arbre, & à l'arrivée de la séve ils ne présentent que de petits orifices, qui, a la vérité, doivent pomper avec beaucoup de force, mais qui doivent toûjours être plûtôt remplis & obstrués que les tuyaux ouverts & tendus des arbres que la séve a humectés & préparés avant l'écorcement; c'est ce qui a fait que dans nos expériences les deux arbres qui n'étoient pas aussi en séve que les autres, ont péri les premiers, & que leurs souches n'ont pas eu la force de reproduire; il faut donc attendre le temps de la plus grande séve pour écorcer, on gagnera encore à cette attention une facilité très-grande de faire cette opération, qui, dans un autre temps, ne laisseroit pas que d'être assés longue, & qui, dans cette saison de la séve, devient un très-petit ouvrage, puisqu'un seul homme grimpé au-dessus d'un grand arbre, peut l'écorcer du haut en bas en moins de deux heures.

Je n'ai pas eu occasion de faire les mêmes épreuves sur d'autres bois que le Chêne; mais je ne doute pas que l'écorcement & le desséchement sur pied ne rende tous les bois, de quelque espéce qu'ils soient, plus compactes & plus fermes; de sorte que je pense qu'on ne peut trop étendre & trop recommander cette pratique.

Je viens de recevoir une lettre d'Angleterre de M. Hickman Membre de la Société royale, par laquelle il me marque que dans la province de Nothingham où il est actuellement, c'est l'usage d'écorcer les arbres & de les laisser sécher sur pied; l'écorce, dit-on, en est meilleure pour tanner les cuirs, & l'aubier de l'arbre devient fort dur, presqu'aussi dur que le cœur de Chêne; l'aubier de ces arbres dure trois fois plus long-temps que l'aubier ordinaire, mais bien moins que le chœur de Chêne; on ne laisse que six mois l'arbre sur pied après l'écorcement, &c. On voit que cela s'accorde avec ce que dit le Docteur Plot & avec mes expériences.



METHODE

METHODE

Pour déterminer par observation, l'excentricité de la Terre, & celle des Planetes inférieures.

Par M. GRANDJEAN DE FOUCHY.

L'EXCENTRICITÉ des Planetes a toûjours été regardée comme un des principaux éléments de leur théorie, & les Astronomes se sont de tout temps appliqués à la déterminer exactement. Les Anciens qui pensoient que le mouvement des Planetes se faisoit sur des cercles, & qu'elles y parcouroient des portions égales en temps égaux, ne nous paroissant aller inégalement que parce que nous les voyons d'un point différent du centre de leur orbite; les Anciens, dis-je, avoient sur ce principe imaginé différentes méthodes de déterminer l'excentricité, mais toutes dépendantes de cette théorie. 21 Mai 1738.

Ceux qui les ont suivis s'étant apperçûs que les diametres apparents ne quadroient point avec l'excentricité tirée des mouvements supposés uniformes sur la circonférence d'un cercle, & qu'elle devoit être beaucoup plus grande, imaginerent, pour expliquer ces apparences, différentes hypotheses. Képler démontra le premier que les orbites approchoient beaucoup de la figure elliptique, & sur ce nouveau principe, on imagina de nouvelles méthodes de déterminer l'excentricité auxquelles l'hypothese des ellipses sert de base & de fondement; en sorte que nous n'avons eu jusqu'à présent dans l'Astronomie, aucune méthode géométrique & directe de déterminer cet élément par observation & sans employer d'hypothese. Comme cependant cette recherche doit être le fondement de la théorie des Planetes, il m'a paru extrémement important de pouvoir déterminer l'excentricité par elle-même & sans aucun mélange de suppositions

qui pussent la rendre suspecte. Je me suis donc appliqué à en chercher les moyens, je crois avoir été assés heureux pour y réussir, & je vais donner dans ce Mémoire la maniére de déterminer celle de la Terre & des deux Planetes inférieures, par peu d'observations simples & faciles.

Fig. 1. Pour cela soit *ADP* l'orbe annuel dont *C* soit le centre, *S* le lieu du Soleil. Soit *HGE* une portion de l'orbite de Jupiter, *G* le point de son opposition arrivée, comme je le suppose, près de la ligne passant par le Soleil perpendiculaire à la ligne *AP* des apsides de la Terre; *EG*, *GH*, seront les parties de l'orbite de Jupiter parcouruës depuis le point *E*, où il étoit lorsque la Terre a passé en *A* dans son aphélie jusqu'à son opposition, & depuis son opposition jusqu'au passage de la Terre en *P* dans son périhélie. Pour lors on a le lieu de Jupiter vû du Soleil en *G*, observé dans son opposition: on a par l'observation, des oppositions précédentes & suivantes, ou même par les tables, puisque une legére erreur est peu à craindre dans cet angle, les angles *GSE*, *GSH*, qui, ôtés des angles *GSA*, *GSP*, donneront les angles *PSH*, *ASE*; si donc on suppose le rayon de l'orbe de Jupiter de 10000 parties, on aura dans chacun des deux triangles *PSH*, *ASE*, un côté & deux angles, puisqu'on a par observation les angles *SPH*, *SAE*; on connoîtra donc la différence des côtés *PS*, *SA*, qui sera l'excentricité cherchée *SF*.

Mais si on a soin d'observer les latitudes apparentes de Jupiter la Terre étant en *I* dans l'opposition, & la Terre étant en *A* & en *P* où elle se trouve dans la ligne des apsides, on aura la longueur du rayon *IS*; car les latitudes observées sont entr'elles réciproquement comme les distances, on connoîtra donc la proportion de *IG* & *AE*; mais le rapport de *AE* à *ES* qui est égal à *SG*, est connu, on aura donc la proportion de *IS* à *SG*, & par conséquent *SI*; voilà donc l'excentricité & un troisiéme rayon déterminés. Voyons présentement à quel point de précision peut atteindre cette méthode.

La distance de Jupiter au Soleil est à celle de la Terre au Soleil, comme 5 est à 16, ou environ un cinquiéme & un tiers : donc la latitude de Jupiter observée de la Terre en *A*, doit être différente de celle observée de la Terre en *I*, d'un cinquiéme & un tiers de sa quantité ; si en *I*, par exemple, elle étoit de 1° 35', en *A* elle ne sera plus que de 1° 16', ce qui donne une différence de 19', quantité très-perceptible & dans l'observation de laquelle on peut apporter bien de l'exactitude, puisque 19' égalant 1140", une erreur de 5" dans la latitude ne produiroit qu'une 228e partie d'erreur dans le rayon *IS*, & par conséquent il y a peu à craindre de ce côté là. Je ne parle point ici du changement de latitude pendant la durée de l'observation, les trois oppositions observées nous fournissent assés le moyen de nous garantir d'erreur de cette part.

A l'égard de l'angle *SEA* qui est ordinairement de 7 à 8 degrés, on voit aisément qu'il est bien difficile de s'y tromper assés considérablement pour produire une erreur sensible, cet angle étant conclu de l'angle observé *GSA* du rayon de Jupiter en opposition avec la ligne *AP* des apsides de la Terre, & de l'angle *GSE* tiré des oppositions observées précédemment & après l'opération. Or cet angle *GSE* ne peut être sujet à erreur qu'autant que le mouvement de Jupiter seroit inégal pendant 15° vers son aphélie ou son périhélie, qui sont les endroits où se doit faire l'observation de l'opposition *G*, ces deux points de l'orbite de Jupiter étant à peu-près vers les moyennes distances de la Terre au Soleil. Or la différence des équations de Jupiter pendant 13° vers ces points, n'est que de 12" dans son aphélie, & 13" dans son périhélie; on auroit donc tort de soupçonner une grande erreur dans l'observation de cet angle, puisque quand on supposeroit le mouvement de Jupiter uniforme pendant ce temps, on ne se tromperoit que de 13" au plus, quantité qui ne peut produire aucun effet sensible dans la recherche présente ; car premiérement cette erreur se distribueroit à peu-près également dans les deux

triangles *PSH, SEA,* & par conféquent ne changeroit point la proportion des bafes *SA, SP,* qui eft ce que l'on demande.

Secondement, & c'eft une très-bonne maniére de vérifier cette opération, l'angle *SEA* fe peut tirer par obfervation des paffages de l'ombre des Satellites & des Satellites même fur le difque de Jupiter; cette opération donnant très-exactement la conjonction du Satellite avec le Soleil par le paffage de l'ombre fur le centre de Jupiter, & celle du même Satellite avec la Terre par le paffage du Satellite fur le même centre, d'où on conclut aifément l'angle que font les deux lignes *ES, EA,* qui vont de Jupiter à la Terre & au Soleil.

Il eft donc évident que l'on n'a pas de grandes erreurs à craindre dans la détermination des éléments des triangles *SEA, SHP;* mais voici quelque chofe de plus fort. Je ne fuppofe plus qu'on ne s'y puiffe tromper que de quelques fecondes, je fuppofe qu'on fe foit trompé inégalement dans les angles *SEA, SHP,* & que cette inégalité, car, comme nous avons vû ci-deffus, toute erreur égale dans les deux triangles ne changeroit rien à l'opération; je fuppofe, dis-je, que cette inégalité monte à 1′, ce qui eft bien éloigné de 13″ que nous avons trouvé pour terme de la plus grande erreur, & je dis qu'en ce cas même la proportion des côtés *ES, SA,* n'en fera pas confidérablement altérée, car les côtés *PS, SA,* font entr'eux comme les finus des angles qui leur font oppofés: ainfi le finus de *SEA* qui eft 7° étant 12187, fi l'on fuppofe dans cet angle une erreur d'une minute, fon finus fera 12216, dont la différence d'avec le premier eft 29, ce qui eft environ la 420e partie du finus; ainfi on fe feroit trompé de la 420e partie feulement du rayon *SA,* ou, en le fuppofant de 10000 parties, de 24 de ces mêmes parties, quantité affés petite par elle-même, & qu'on ne trouve cependant qu'en fuppofant dans l'opération une erreur infiniment au-deffus de toutes celles qu'on peut raifonnablement y foupçonner.

On pourroit encore m'objecter que je suppose ici comme connuë la position des apsides *AP* de la Terre, sur laquelle les Astronomes ne sont point d'accord; mais quand on supposeroit un ou deux degrés d'erreur dans sa position, cela ne produiroit, comme on le verra dans la suite, aucune erreur sensible dans l'excentricité. Il est donc vrai de dire qu'on peut par cette méthode, déterminer l'excentricité de la Terre exactement & directement.

Si on veut supposer l'orbite elliptique, les mêmes opérations donneront aussi la position de la ligne des apsides, cette seconde question n'étant que ce Probleme : *Étant donnée la distance entre les foyers d'une ellipse & une ligne droite partant d'un de ces foyers & se terminant à la circonférence, trouver l'angle que forme le grand axe avec cette ligne!* Probleme si simple qu'il se résout par la Trigonometrie rectiligne, puisque par la propriété de l'ellipse *IF* étant égal à *PA*—*SI*, on a dans le triangle *SIF* les trois côtés donnés; on aura donc aussi l'angle *ISA* de la ligne où s'est faite l'opposition de Jupiter & de la ligne des apsides, & par conséquent sa position.

Je ne voudrois cependant me servir de ce dernier article qu'avec beaucoup de circonspection, lorsque l'on seroit extrémement sûr des latitudes observées, & que la ligne de l'opposition de Jupiter tomberoit assés loin de la perpendiculaire à la ligne des apsides, à cause de l'extrême lenteur avec laquelle les sinus des angles décroissent lorsqu'ils approchent de l'angle droit; ce qui fait qu'une différence très-médiocre dans les latitudes observées, en donneroit une considérable dans la position des apsides, si on n'avoit attention aux conditions dont je viens de parler. Mais si on les observe exactement, on n'aura point d'erreur considérable à craindre; car si on choisit une opposition qui se fasse dans un rayon *SG*, incliné de 40° à la ligne des apsides, en supposant la plus grande erreur possible dans la détermination du côté *SI* que nous avons fait voir être au plus de la 228[e] partie dudit côté, on aura le côté *IF* trop grand ou trop

petit de la même quantité; puisque la somme des deux est donnée, on pourra donc trouver le sinus de l'angle *ISA* trop grand ou trop petit, au plus de la même quantité, c'est-à-dire, d'un 228e, qui ne répond au plus qu'à 35″ ou 36″. Passons présentement à la détermination de l'excentricité des Planetes inférieures.

Fig. 2. Pour cela soit *AGP* une moitié de l'orbe de Venus ou de Mercure, dont *AP* soit la ligne des apsides. Soit *CEDH* une portion de l'orbe de la Terre, lorsque Venus sera en *A* dans son aphélie, on observera de la Terre *E* sa distance au Soleil *AES*, & lorsqu'elle sera parvenuë en *P* dans son périhélie, on observera encore sa distance *SDP* au Soleil, ayant soin dans ces deux opérations, d'avoir exactement le lieu du Soleil & la latitude apparente de la Planete en *A* & en *P;* pour lors dans les triangles *ASE*, *SDP*, on aura les angles *AES*, *SDP*, les angles *ASE*, *PSD:* d'ailleurs en vertu des latitudes observées, on a les proportions des côtés *AE*, *PD*, on aura donc aussi celle des côtés *AS*, *SP*, dont la différence sera l'excentricité cherchée.

Au lieu des rayons *DP*, *AE*, conclus par la latitude, on peut se servir des rayons *SD*, *SE*, tirés de la théorie de la Terre; ce qui peut servir de vérification à la méthode que je propose, & dont je vais présentement examiner la portée & l'exactitude.

Premiérement, les angles observés *AES*, *SDP*, de la distance de Venus au Soleil, seront extrémement grands si on a soin de choisir une année où l'une des deux conjonctions de la Planete se fasse près de la ligne des moyennes distances, les supposant pour Venus de 40° dont le sinus est 6427876, la différence pour 1′ est 2228. Si donc on se trompoit dans l'observation de ces angles d'une minute de plus dans l'un que dans l'autre, on auroit dans l'excentricité une erreur de la 2886e partie du rayon : j'ai dit de plus dans l'un que dans l'autre, car toute erreur égale ne produiroit aucun changement dans la proportion des lignes *AS*, *SP*.

A l'égard de Mercure, les angles *AES, SDP,* pouvant être de 30° dont le sinus est 500000, une minute d'erreur donnera pour différence du sinus 2519, & par conséquent une 1985e partie d'erreur dans le rayon *AS* ou *SP.*

Pour la proportion des côtés *EA, DP,* qui sont conclus de la latitude observée, la latitude de Venus en *A* étant de 58", & en *P* de 1° 37', dont la différence est 39' ou 2340", & par conséquent 5" d'erreur dans l'observation ne produiront qu'une 468e partie de différence dans le rayon *AE* & le rayon *AS.*

On pourroit encore m'objecter que rien n'est plus incertain que la position des apsides de Venus & de Mercure, les meilleurs Astronomes ne s'accordant pas à plus près que 6° sur la position de l'aphélie de Venus, & plus près que 4° sur la position de celui de Mercure. Mais on peut s'assûrer de n'avoir rien à craindre de ce côté; car en supposant même l'étenduë de ces limites, & qu'on eût mesuré au lieu de la ligne des apsides une autre ligne passant par le Soleil, terminée de part & d'autre à la circonférence de l'orbite, & qui fît avec la ligne des apsides un angle de 6°, ou, ce qui est la même chose, que la ligne *AP* ne fût pas la ligne des apsides, mais qu'elle fît avec elle un angle de 6°, la différence entre les deux parties *AS, SP,* ne seroit différente de la véritable excentricité, que d'une 7500e partie, ce qui peut passer pour une erreur à négliger, & est cependant ce qu'il y a craindre de plus fâcheux de ce côté-là.

J'aurois bien souhaité pouvoir joindre des exemples à tous ces raisonnements; mais comme les occasions de pouvoir faire ces sortes d'observations ne se présentent pas tous les jours, je me suis déterminé à donner ce projet seul en attendant les observations, dont je ne laisserai échapper aucune occasion.

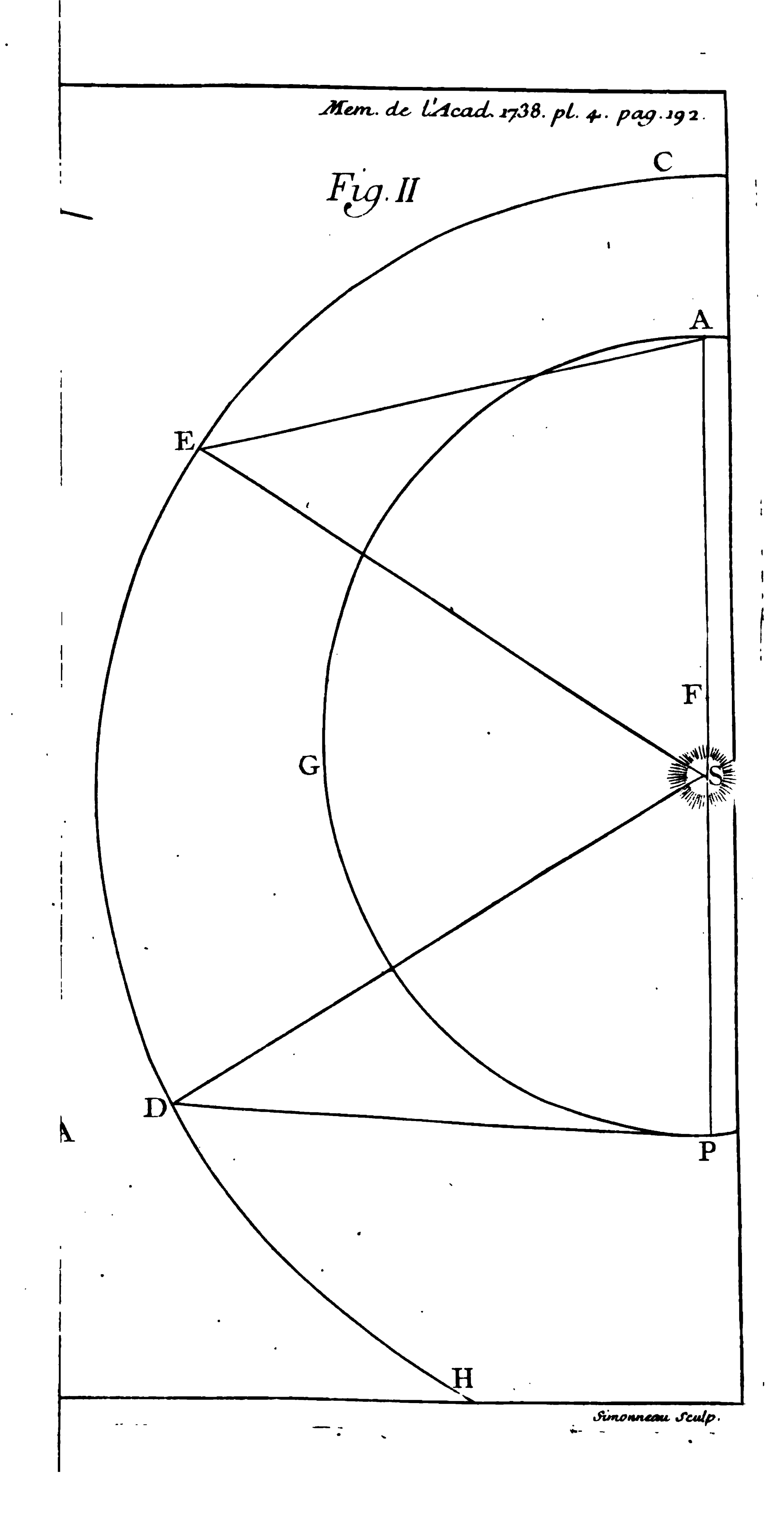
Une derniére réflexion, est qu'on peut examiner par ce moyen, si les excentricités, les distances & les mouvements

attribués aux Planetes dans les différentes Tables Astronomiques, quadrent ensemble; puisqu'en supposant les lieux vrais & les distances des tables, on en peut déduire l'excentricité, & réciproquement de l'excentricité donnée, on en peut déduire les distances.

A l'égard des Planetes supérieures, cette méthode ne pourroit pas aisément s'appliquer à leurs excentricités: j'espére fournir des moyens aussi simples & aussi faciles de les déterminer; mais j'ai cru la méthode que je viens de proposer d'autant plus nécessaire, que la théorie des Planetes inférieures est beaucoup moins perfectionnée que celle des supérieures, & qu'on ne sçauroit avoir trop de maniéres de déterminer des éléments si délicats, & qui, malgré toute l'attention & l'industrie des Astronomes, ne leur échappent que trop souvent.



MANIE'RE


Mem. de l'Acad. 1738. pl. 4. pag. 192.
Fig. II
C
A
E
F
G
S
D
P
H
Simonneau Sculp.

MANIERE
De préparer les Extraits de certaines Plantes.
Par M. GEOFFROY.

APRÈS avoir donné en 1731 & en 1732, les Analyses des Chairs des Animaux & de quelques autres aliments pour déterminer la quantité des parties nourrissantes qu'elles contiennent, il étoit naturel que j'examinasse de même certains végétaux qui sont en usage, soit comme légumes, soit comme altérants ou purgatifs. Ayant beaucoup travaillé sur plusieurs de ces végétaux, les résultats ne me donnoient rien de plus singulier, que ce que nous avons déja dans les Registres de l'Académie, à quelques différences près, qui n'auroient pas rendu mes détails fort intéressants; ainsi, je ne crus pas qu'il fût à propos de publier des observations peu dignes des Recueils de cette Académie. J'avois cependant découvert qu'avec une certaine attention à faire les extraits de plusieurs Plantes qui sont d'usage dans la Médecine, on trouvoit le moyen de conserver toute leur vertu dans un très-petit volume.

Mais je craignois que cette découverte n'appartînt plûtôt à la Pharmacie qu'à la Chimie: d'ailleurs, ce n'étoit, pour ainsi dire, que la rectification d'une opération simple & très-commune, qui n'auroit pas mérité d'être publiée, si une semblable préparation n'avoit été mise en vogue depuis quelque temps sous un autre nom, par un autre moyen, & sous la protection du Roy.

On sçait que M. le Comte de Lagarais, très-estimé dans sa province, pour les établissements charitables qu'il a faits, fit voir à Sa Majesté en 1731, des Poudres qu'il nommoit *Sels essentiels*, & qu'il tiroit des végétaux par le moyen d'un dissolvant universel appliqué d'une certaine maniére. Pendant trois ou quatre ans, le dissolvant & la maniére de l'employer ont été tenus secrets, & ce n'est que depuis un an ou dix-huit

mois, que M. de Lagarais ayant dévoilé tout le mistére, on a sçu que son dissolvant étoit de l'eau agitée vivement par une espéce de moussoir à Chocolat.

Ephemer. naturæ curiosorum decad. 1. ann. 3. observ. 59. pag. 83.

On trouve dans une lettre de Joel Langelot, *de rebus in Chimia prætermissis,* la description & le dessein d'une machine à triturer les mixtes, d'où l'on a pu prendre l'idée de la machine dont se sert M. le Comte de Lagarais. Quant au dissolvant qui est le même, il y a cependant une différence remarquable entre ces deux machines : le pilon de celle de Langelot broye les mixtes en appuyant sur eux, les froissant comme entre deux meules, & les réduisant en une espéce de bouillie à l'aide de l'eau, dont il ne met qu'une très-petite quantité à la fois. Le moussoir de celle de M. de Lagarais, au contraire, est tenu suspendu dans un vase de verre élevé de bord, & dont il ne touche point le fond: ce vase contient beaucoup d'eau, & très-peu du mixte dont on veut tirer le prétendu sel essentiel. La principale piéce de la machine de Langelot est une rouë verticale à dents, engrainant dans un pignon qui fait mouvoir le pilon triturant. La machine de M. le Comte de Lagarais est muë par une rouë horizontale à rainures, semblable à celle des Lapidaires, qui fait tourner le moussoir; & ce moussoir est garni au bas de quatre ailerons, ou espéces de vannes de bois mince de deux pouces de haut sur un pouce & demi de large, qui battent l'eau, & qui l'entretenant pendant sept ou huit heures dans un mouvement circulaire, rapide & non interrompu, forcent le mixte, déja divisé par une pulvérisation précédente, à se diviser encore davantage & à abandonner à l'eau ses principes les plus aisément dissolubles.

Le hazard m'a fait tomber entre les mains quelques papiers d'un Chimiste Allemand, nommé M. Pollier, auquel quelques suscriptions de lettres trouvées dans les mêmes papiers, donnent la qualité d'Ecuyer de l'Electeur Palatin. Parmi ces papiers il y a une lettre sans date dans laquelle on lui envoye quelques observations sur l'usage d'une machine presque semblable à celle de M. de Lagarais, & qui est muë par des

poids devidants d'une poulie portant à son axe une rouë à dents, engrainant comme celle de Langelot, dans un pignon qui a pour axe vertical le bâton d'un moussoir à aîlerons ou vannes, peu différents de ceux du moussoir de M. de Lagarais; mais qui doivent faire le même effet. On trouve une pareille machine à moussoir dessinée à côté de celle de Langelot dans la Planche *K*, page 204 du Traité de la Verrerie de Kunckel, imprimé en Allemand à Amsterdam, in-quarto 1679.

Le travail de la machine de M. de Lagarais est d'une utilité réelle; & quoiqu'il ne fournisse pas un véritable sel essentiel des mixtes, nom qu'il a donné aux poudres qu'il a fait voir au Roy, & que Sa Majesté lui a permis de faire débiter pour employer le profit au soulagement des pauvres, c'est du moins un extrait très-pur des parties gommeuses, résineuses & salines des végétaux : extrait qui a la propriété de se pouvoir réduire en poudre, de pouvoir être administré en petit volume, & de se dissoudre dans les liqueurs convenables à la maladie pour laquelle on juge à propos de l'employer. Ainsi, bien loin de condamner des remédes préparés de cette maniére, je crois qu'il est important de les introduire dans l'usage de la Médécine, ne fût-ce que pour les personnes délicates & pour les enfants. Mais la préparation de ces extraits par la machine de M. le Comte de Lagarais, a des inconvénients : elle est longue, de dépense, l'évaporation de l'eau chargée des principes du végétal, demande des bains-marie multipliés, des lieux très-étendus, une grande quantité de charbon : en un mot, elle n'est pas praticable à Paris où le feu coûte beaucoup, & les endroits convenables encore davantage; ainsi, je ne crois pas pouvoir me dispenser de dire qu'il y a un moyen beaucoup plus simple, puisqu'il en résulte plus vîte les mêmes effets, & que je retire des végétaux un résidu desséché, qui, détaché de la porcelaine où il a évaporé, mériteroit le nom de sel essentiel aussi-bien que celui de M. de Lagarais, s'il m'étoit permis de me tromper sur cette dénomination.

Mais pour faire sentir l'utilité des préparations de M. le

Comte de Lagarais par sa machine, l'exacte ressemblance des mêmes préparations selon la méthode simple & abregée que je proposerai, & l'avantage de ces extraits sur les extraits faits par les méthodes ordinaires; il faut mettre les uns & les autres en comparaison.

Les extraits ordinaires décrits dans les Pharmacopées, se font ainsi. On exprime le suc de certaines Plantes aqueuses, comme le Pourpier, la Joubarbe, &c. ce suc exprimé se dépure de lui-même, on le filtre & on le met évaporer doucement au bain-marie. Celui de la Joubarbe se réduit en consistance de gomme tendre, de couleur d'ambre, d'un goût acide & astringent.

A l'égard des Plantes qui ont moins de suc que les précédentes ou que leurs semblables, on les fait cuire dans une quantité d'eau proportionnée à leur volume: on exprime la liqueur, on la laisse reposer, & on la décante doucement sur un filtre, & l'on met évaporer au bain-marie ce qui a passé par le filtre.

Il se cristallise à la longue dans ces extraits un sel qui est nitreux dans beaucoup de Plantes. Celui du Pourpier, par exemple, fuse sur le charbon allumé comme de la poudre mouillée; d'autres Plantes donnent aussi d'autres sels. Voyés sur cela le Mémoire de M. Boulduc.

Année 1734. page 101. des Mem. de l'Ac.

Il y a des Plantes qui laissent dans leurs décoctions un sédiment considérable d'une terre fine, qui reste indissoluble sur le filtre, & qu'on rejette ordinairement après avoir fait passer dessus de nouvelle eau chaude pour en dissoudre ce qui pourroit y être demeuré de sel essentiel.

Ces sucs ou ces décoctions de Plantes étant épaissis par évaporation, sont ce qu'on nomme extraits. Ils renferment en cet état le sel essentiel de la Plante qui en fait la plus petite partie; l'huile, la partie gommeuse & la résineuse.

En un mot, tout ce qu'on nomme communément Principes de la Plante, la terre grossiére exceptée, s'y trouve rassemblé & plus rapproché qu'il ne l'étoit dans la Plante; mais on ne peut pas dire de ces extraits qu'ils soient des sels

essentiels, comme M. le Comte de Lagarais le dit des siens.

On ne donne le nom de sel essentiel qu'à ce qui l'est véritablement. Le vin, le verjus, quelqu'autres sucs, comme celui de l'Epine-vinette, de la Grenade, de la Groseille, rendent ce sel par simple déposition & sans aucune préparation précédente. Il faut évaporer les sucs de Citron, d'Oseille, le vinaigre même, jusqu'à consistance de sirop clair, pour avoir leurs sels essentiels, qui ne se cristalliseroient jamais dans une trop grande quantité de flegme. Cependant s'ils sont trop évaporés, il s'en forme un extrait, qui, par sa viscosité, empêche la réunion des molecules salines, & retarde considérablement leur cristallisation; mais comme les sels en question n'y sont pas pour cela détruits, & qu'ils y existent toûjours avec leurs différences spécifiques, on s'en apperçoit aisément lorsqu'on mêle ensemble différents extraits, puisqu'il s'y fait une fermentation & un gonflement qui ne doivent être attribués dans le cas présent, qu'à la réaction de ces sels de différents genres les uns sur les autres.

Or si l'on veut faire voir que les sels essentiels sont actuellement dans ces sucs épaissis, il n'y a qu'à étendre ces extraits dans de l'esprit de vin rectifié; les parties huileuses ou résineuses de l'extrait s'y dissoudront, & le sel restera à découvert & débarassé des autres matiéres qui le cachoient. Je n'ai pas besoin de m'étendre davantage sur cette préparation ordinaire de ces sortes de médicaments; ce que j'en ai dit suffit pour faire sentir la différence de ceux-ci avec ceux de M. de Lagarais, dont je vais parler. J'ajoûterai seulement qu'il y a quelques mixtes, le Benjoin, par exemple, qui, étant infusés pendant quelques heures dans l'eau chaude, y laissent leurs sels. On n'a qu'à filtrer cette infusion & la laisser refroidir; on y trouve de petits cristaux fins & en aiguilles, semblables aux fleurs de Benjoin.

Le Succin bien porphyrisé, infusé de même dans l'eau chaude, lui communique une saveur aromatique acide; cette liqueur évaporée lentement, laisse des cristaux qui sont le sel du Succin.

Par le moyen de l'esprit de vin dans lequel on a fait dissoudre les baumes du Pérou, on retire avec le temps un sel essentiel de ces Baumes.

On en trouve aussi dans plusieurs huiles essentielles, & j'en ai fait voir à l'Académie en 1721, lorsque je lus mon Mémoire sur ces huiles æthérées.

Memoires de l'Acad. 1721. page 147.

J'ai observé depuis du sel essentiel dans des eaux distillées, sur-tout dans celles de Plantes aromatiques, & dans des bouteilles où je conservois de l'esprit de Cochlearia.

Enfin je sçais par ma propre expérience qu'on peut faire un sel essentiel, ou, si l'on veut, un sel neutre de Gayac, en versant l'esprit acide rectifié de ces bois sur son sel fixe ou lixiviel.

Tous ces sels peuvent être regardés comme des sels essentiels; ou tout au moins comme des sels moyens cristallisés, ils en ont la transparence, la netteté; personne ne peut douter en les voyant que ce ne soit des sels. Il n'en est pas de même des préparations dont je vais parler.

Ceux à qui M. le Comte de Lagarais a communiqué toutes les circonstances de son opération, mettent dans une grosse bouteille de verre, large d'ouverture & de la capacité de six à sept pintes, une once ou environ de la matiére dont ils veulent avoir le sel, soit Quinquina, Gayac, Senné ou autre, déja grossiérement pulvérisée. Ils versent par-dessus deux pintes & chopine au moins d'eau, celle de pluye ou distillée agit mieux qu'une eau trop crûë. On fait entrer le moussoir jusqu'au milieu ou aux deux tiers de la liqueur, en élevant plus ou moins le support de la bouteille. On recouvre l'ouverture de cette bouteille d'un parchemin ou d'une vessie mouillée pour empêcher que l'écume qui s'éleve pendant l'agitation, ne sorte hors de ce vaisseau; & par le moyen de la grande rouë horizontale dont il a été parlé au commencement de ce Mémoire, on fait mouvoir circulairement & fort rapidement les aîlerons de ce moussoir pendant sept à huit heures ou davantage, selon que le corps qu'on expose à ce mouvement est plus ou moins dur à pénétrer. Après

quoi on laiſſe repoſer pendant une heure ou deux la liqueur chargée legérement des principes les plus purs du mixte : on la verſe par inclination ſur douze ou quinze aſſiettes plattes de porcelaine ou de fayence très-unies ; en ſorte qu'il y ait peu de liqueur ſur chacune, & on les expoſe au Soleil, ou bien on les place ſur un bain-marie préparé pour cet effet ; car ſi on les faiſoit évaporer au bain de ſable, la petite quantité d'extrait qui reſte étenduë ſur chaque aſſiette, courroit le riſque de ſe brûler. Lorſque cet enduit d'extrait eſt deſſéché en une couche très-mince, on le détache avec un grattoir à papier, le plus adroitement qu'il eſt poſſible, parce que chaque petit éclat ou écaille que l'inſtrument enleve de deſſus l'émail de l'aſſiette auquel elle eſt très-adhérente ayant du reſſort, ſaute aſſés haut & ſe perd ſi l'on n'y prend garde. Ce ſont toutes ces petites écailles réunies qui font le pretendu ſel eſſentiel. Ce qui a pu tromper & leur faire donner ce nom, c'eſt que la partie de l'écaille de cet extrait ſec qui étoit adhérente à l'aſſiette, étant détachée d'une ſurface très-polie, y a pris un brillant qui la fait paroître d'un côté comme l'une des faces de quelque ſel criſtalliſé ; & toutes ces petites écailles miſes enſemble dans un flacon, reſſemblent par ces brillants, à un ſel menu qu'on auroit coloré de brun ou d'autre teinte.

Il n'y a point de doute que cette méthode d'ouvrir & de diviſer les ſubſtances végétales, ne puiſſe être employée utilement ſur tous les corps que l'eau peut pénétrer ; mais il eſt difficile de ſe perſuader qu'elle puiſſe opérer avec le même ſuccès ſur les corps métalliques, principalement ſur l'argent, ſur l'or, puiſque du fer même qui eſt plus aiſé à pénétrer par l'eau qu'aucun autre, à peine tire-t-elle de deux onces de limaille, trois à quatre grains d'une matiére terreuſe blanche, qu'on peut même ſoupçonner venir de l'eau elle-même auſſi-bien que de la limaille qu'on y a tenuë dans un mouvement rapide. Ainſi, toutes les fois qu'on fera voir des ſels métalliques extraits par une ſemblable opération, on aura droit de croire que le diſſolvant n'aura pas été ſimple, & que l'eau

qu'on aura employée contenoit quelques sels. M. Grosse qui a examiné les sels métalliques de M. le Comte de Lagarais, a trouvé dans tous des indices de sel marin.

Il est vrai que si par la machine de Langelot on triture les feuilles d'or avec très-peu d'eau à la fois, on parvient à réduire l'or en une liqueur, qui, distillée ensuite, donne quelques gouttes rouges. Feu M. Homberg vérifia cette expérience en 1707 ou 1708; mais comme il s'étoit servi d'un mortier d'acier & d'une molette de même métal ajustée à ce mortier, il est à craindre que la couleur rouge de cette dissolution de l'or ne vînt de quelques particules détachées du mortier & de la molette par un frottement fort & rapide. Quoi qu'il en soit, cette expérience n'a rien de commun avec celles de M. le Comte de Lagarais, où l'on n'employe pas un frottement de cette espéce. On ne peut disconvenir que la maniére dont M. le Comte de Lagarais fait évaporer ses extraits, ne soit excellente. Il y a très-long-temps que je l'ai mise en usage par simple curiosité, sur-tout pour les extraits des fleurs de Violettes, de Roses, d'Œillets & de quelques autres fleurs, à dessein de leur conserver leur odeur & leur couleur, & il seroit à souhaiter qu'on fît tous les extraits de la même maniére. Mais quand on est obligé d'en préparer en quantité, cette méthode est presque impraticable; ce qui oblige de recourir à la méthode ordinaire dont j'ai parlé ci-devant. Et quoiqu'on puisse dire qu'il est facile de multiplier les moussoirs, de les mouvoir par un courant d'eau ou par des chevaux, on ne remédie pas au principal inconvénient qui est la difficulté de l'évaporation, laquelle s'augmente à mesure qu'on augmente la quantité de ces teintures; car si l'on a 20 ou 30 pintes d'eau chargée des principes de différents végétaux, quel sera le bain-marie ou l'étuve assés grande pour évaporer de suite cette quantité de teinture distribuée sur une si grande quantité d'assiettes? Or on ne peut en retarder l'évaporation, parce que cette teinture s'aigriroit bien-vîte, sur-tout dans les temps chauds. Ainsi, l'inutilité de ces moulins est assés démontrée; ils ne peuvent servir

tout au

tout au plus qu'à satisfaire la curiosité de quelques personnes qui voudroient préparer ces sortes d'extraits pour leur usage particulier, ou qui auroient dessein d'examiner certaines matiéres trop pesantes pour être tenuës suspenduës dans une eau qui ne seroit agitée que par la chaleur du feu.

Mais l'on peut appliquer très-utilement cette maniére d'évaporer les infusions des végétaux, aux Plantes purgatives, comme le Senné, la Gratiole, la Soldanelle, la Coloquinte, la racine d'Hellebore, les Tithimales, & pour avoir en poudre séche & en petit volume les parties véritablement fébrifuges du Quinquina, sans charger l'estomac des fibres inutiles de cette écorce. Il ne s'agit ici que d'abbreger autant qu'il sera possible l'opération de M. le Comte de Lagarais, & d'avoir attention de ne travailler comme lui, que très-peu de matiére à la fois. Ces extraits coûteront à la vérité un peu plus de peine, de soins & de dépense, que les extraits ordinaires; mais on en retirera une très-grande utilité, en ce qu'on évitera aux malades délicats & aux enfants le dégoût des infusions de certains purgatifs, données en grand volume. On évitera aussi en traitant le Quinquina de cette maniére, le désagrément de la boisson, le volume des opiates, ou la difficulté de digérer trois ou quatre fois par jour le poids d'un gros de cette écorce avallée en poudre. Ceux qui sont dans l'usage de certains purgatifs, ou qui, sujets à des récidives de fiévres, sont dans la nécessité de recourir souvent au Quinquina, pourront faire ces préparations eux-mêmes plus aisément que par la machine de M. de Lagarais.

L'action du moussoir de cette machine ne sert, comme je l'ai déja dit, qu'à tenir dans une agitation violente, les particules du mixte qu'on a mis dans l'eau, à les amincir par des frottements répétés, à rendre leurs pores plus aisément pénétrables par l'eau, qui alors en dissout les sels & les gommes, & en détache les parties résineuses qui y restent suspenduës. Ainsi, cette agitation rapide n'opére rien de plus que ce que feroit l'eau bouillante versée sur les mêmes mixtes. J'ai traité divers végétaux par les deux moyens, c'est-à-dire,

par une machine ſemblable à celle de M. le Comte de Lagarais, & par l'eau bouillante, & je n'y ai trouvé aucune différence, ſi ce n'eſt que par l'eau bouillante, l'extraction étoit beaucoup plus exacte; ce qui me force à conclurre que la machine eſt inutile. Le ſeul exemple de l'infuſion du Thé & de l'ébullition du Caffé, prouve que l'on tire beaucoup plus vîte les principes de ces deux végétaux par la maniére ordinaire de préparer ces deux boiſſons, qu'on ne le feroit avec tout l'appareil d'une machine, muë pendant 24 heures.

Je vais donner quelques exemples de préparations d'extraits purgatifs faits ſans mouſſoir; & qui, comparés comme on voudra à ceux qui ſont préparés par le mouſſoir, ne laiſſeront appercevoir aucune différence, pas même dans leurs effets.

J'ai verſé ſur un gros de Senné en poudre, trois demi-ſeptiers d'eau bouillante, je l'ai laiſſé infuſer à chaud pendant 24 heures, j'ai filtré l'infuſion, je l'ai fait évaporer au bain-marie dans une terrine de criſtal, juſqu'à ce que la liqueur commençât à prendre une légere conſiſtence de ſirop clair, enſuite je l'ai diſtribuée également ſur des aſſiettes de porcelaine pour achever l'évaporation juſqu'à ſec, au même bain; car moins il y a de liqueur ſur l'aſſiette, mieux la couche de l'extrait ſe deſſéche; ſi on en mettoit davantage, cette couche ſeroit trop épaiſſe & reſteroit humide, ce qu'il faut éviter. Par une premiére expérience, j'ai eu 24 grains d'extrait bien ſec en petits éclats ou écailles, brillantes d'un côté, & ternes du côté ſupérieur qui ne touchoit point à l'émail de l'aſſiette. La même expérience répétée m'a laiſſé auſſi 24 grains d'extrait ſec; ainſi, ces 24 grains d'extrait équivalent à un gros de Senné qu'on donneroit en infuſion; ils purgent de même, ou ſeuls, ou joints à la manne, ou pris dans quelque conſerve avec une ſolution de quelque ſel purgatif par-deſſus, ou étendus dans l'eau comme tiſanne laxative, ou diſſous dans quelqu'eau minérale. De plus, ils n'ont pas le déſagrément de l'infuſion.

La feuille de Gratiole qui eſt un purgatif violent, ayant

été pulvérisée comme le Senné, & traitée de même, m'a laissé comme lui, la même quantité d'extrait. Cet extrait de Gratiole purge très-bien à 8, 10 & 12 grains.

Je ne parle point ici des extraits des autres purgatifs que j'ai cités, pour ne pas allonger inutilement ce Mémoire; mais on voit bien qu'en proportionnant les doses, ils pourront être utiles aux enfants & aux personnes qui ont une répugnance invincible pour les purgatifs de mauvais goût, ou qui, avec cette répugnance, sont trop délicates pour qu'on puisse risquer de leur donner la Scammonée, qui cause presque toûjours des coliques violentes, & souvent des superpurgations. On n'aura qu'à réduire ces extraits en poudre très-fine avec le sucre, & si l'on veut, avec quelque terre absorbante qui en puisse tenir les parties résineuses divisées. La dissolution de ces extraits se fera promptement dans l'estomac, pour peu qu'on prenne de la boisson chaude par-dessus & pendant la journée.

Je reviens au Senné, pour faire voir que l'action purgative de son extrait préparé comme je viens de le dire, est moins infidéle que les infusions ordinaires. On sçait qu'en l'infusant à froid il purge doucement, ce qui dépend cependant du plus ou moins de temps qu'il aura été tenu dans l'eau. Infusé à chaud il purge plus vivement. On voit encore qu'il faudroit déterminer, & la durée de l'infusion, & le degré de chaleur.

Ainsi, la variété dans l'effet purgatif de cette Plante dépend de la maniére dont elle est pénétrée par l'eau qui doit se charger de ses principes actifs. Les follicules de Senné qui sont les siliques ou gousses dans lesquelles les graines de l'arbre sont renfermées, purgent, dit-on, plus doucement que la feuille. La raison est, que le tissu de ces membranes destinées par la nature à la conservation des semences, est beaucoup plus serré que le tissu des feuilles; & que l'eau chaude même le pénétrant plus difficilement, n'en tire que peu de ces principes actifs, parce que l'usage est de retirer l'infusion du feu quand l'eau commence à bouillir, c'est-à-dire, dans

le temps qu'elles commenceroient à lui abandonner tout ce qui fait leur vertu purgative ; d'ailleurs, elles ont une viscosité naturelle, qui est un obstacle à l'entrée des parties de l'eau dans ces membranes : elles purgeroient de même que les feuilles, si on les faisoit bouillir long-temps ; car toutes les parties du Senné purgent, même les petites tiges ou pédicules des feuilles, il ne s'agit que de les ouvrir par une ébullition dont la durée soit proportionnée à la ténacité de leur tissu.

Mais en faisant des extraits desséchés de ce purgatif de la maniére que je propose, on remédie aux inconvénients que j'ai fait remarquer : on a dans 24 grains de poudre, toute la vertu purgative d'un gros de Senné, & l'on est le maître d'en augmenter ou diminuer la dose, suivant l'âge ou le tempérament des malades. Je passe à l'extrait de Quinquina.

Ce fébrifuge connu depuis 70 ans se prenoit autrefois en poudre au poids de deux gros à la fois, & deux ou trois prises guérissoient alors des fiévres obstinées qui avoient résisté pendant des années entiéres aux autres remédes fébrifuges. On s'est déterminé ensuite à suivre la méthode du Chevalier Talbot, qui distribuoit l'infusion du Quinquina dans le vin. Mais les maladies de poitrine étant devenuës plus fréquentes dans ce climat, soit par l'intempérie des saisons, soit parce qu'on a méprisé la simplicité ancienne des aliments, ceux qui en étoient affectés ne pouvant s'accommoder de l'usage de la poudre du Quinquina, ni de son infusion dans le vin, qui les échauffoit trop, on a passé à l'usage du Quinquina infusé ou bouilli dans l'eau, & à celui des opiates ou des extraits, mais des extraits faits selon les méthodes ordinaires. Toutes ces préparations ne donnent pas ce qu'on cherche, c'est-à-dire, l'effet salutaire du fébrifuge exempt du mauvais goût & de la difficulté de le digérer, sans ressentir des pesanteurs d'estomac.

Par la méthode indiquée ci-dessus, on réduit au tiers chaque dose ordinaire du Quinquina ; car l'on peut être assûré qu'un extrait sec de cette écorce pesant 24 grains,

contient tout ce qu'il y d'efficace dans un gros de Quinquina le mieux choisi; & que de plus, par les expériences que j'en ai faites pendant l'Automne derniere, cet extrait arrête la fiévre aussi vîte & aussi sûrement que le Quinquina pris en substance ou en infusion; car je suis persuadé que pris en substance, les sucs de l'estomac dans lequel il séjourne, ne peuvent en extraire davantage.

J'ai pesé exactement un gros de Quinquina réduit en poudre fine, je l'ai mis dans un matras, & j'ai versé dessus une once & demie d'esprit de vin rectifié; je l'ai tenu en digestion pendant du temps, soit au Soleil, soit au bain-marie, l'esprit de vin en a tiré une belle teinture. J'ai fait évaporer cette teinture sur une assiette de porcelaine, au bain-marie, jusqu'à ce qu'elle ait été parfaitement séche, j'en ai eu 20 grains & demi d'extrait résineux. J'avois versé sur le marc deux onces d'eau bouillante pour en enlever tout le salin & le gommeux; cette impregnation ayant été évaporée de même & à sec, m'a laissé 3 grains ½ d'extrait. Ainsi, par un procédé encore plus exact que celui d'un extrait fait par l'eau seule, je ne retire que 24 grains d'extrait sec & en poudre. Le résidu desséché étoit parfaitement insipide & ne pesoit que 42 grains; mais les 6 grains qui se trouvent en perte sont la poudre fibreuse & insipide qui est resté engagée dans les pores du filtre.

Ainsi, il paroît assés constant par cette expérience faite avec des dissolvants de différents genres spiritueux & aqueux, que quand on a pris un gros de Quinquina en poudre, les sucs de l'estomac & des intestins n'en extrairont d'actif que la premiére quantité de 24 grains, qui est la partie fébrifuge du Quinquina. C'est aussi cette même quantité qui passe dans l'eau ou dans le vin, où l'on fait bouillir le Quinquina; & c'est par elle que ces décoctions guérissent aussi la fiévre.

La résine du Quinquina est de telle nature, qu'elle peut être pénétrée & enlevée par l'eau bouillante si on la jette sur cette écorce en poudre fine. Tant que l'eau restera dans un certain degré de chaleur, la résine y demeurera divisée,

ſuſpenduë & inviſible, & l'eau ſera d'une couleur ambrée; mais ſi la chaleur vient à diminuer, la liqueur ſe trouble, devient laiteuſe, & la partie réſineuſe ſe précipite. Le vin qui eſt une liqueur aqueuſe, ſaline & médiocrement ſpiritueuſe, eſt le diſſolvant le plus convenable de la ſéve de l'arbre du Quinquina, coagulée & deſſéchée dans ſon écorce; c'eſt pour cette raiſon que quand il l'a diſſoute & enlevée en la faiſant infuſer deſſus, il reſte clair & tranſparent, & il ne ſe trouble un peu legérement que quand on y ajoûte de l'eau. Ainſi, dans l'infuſion du Quinquina par l'eau, la chaleur ſoûtient la réſine ſuſpenduë dans le liquide; dans le vin, c'eſt la partie ſpiritueuſe & inflammable qui fait cet effet. Si l'eau refroidit, cette raiſine ſe précipite; ſi dans le vin la quantité du ſpiritueux eſt trop étenduë & affoiblie par une addition d'eau, il en arrive preſqu'autant. Or ſi cette réſine de Quinquina eſt la partie la plus active de ce fébrifuge, comme il eſt raiſonnable de le croire, on voit quel cas on doit faire de ces infuſions clarifiées qu'on ordonne quelquefois par trop de complaiſance pour les malades; puiſque dans ces ſortes d'infuſions il ne reſte preſque rien de cette partie réſineuſe, & qu'on n'y apperçoit plus qu'une legére amertume qui n'eſt que la partie gommeuſe & ſaline de la ſéve de cet arbre; car le mêlange complet & non diviſé des principes de cette écorce fébrifuge, doit être mis au nombre de ces ſubſtances que nous nommons *Gommes-réſines*, qui ſe diſſolvent imparfaitement dans l'eau, & dont le vin eſt le véritable diſſolvant.

Quand je veux faire l'extrait ſec du Quinquina par l'eau, je mets un gros de cette écorce en poudre dans trois demi-ſeptiers d'eau bouillante, je tiens le matras au bain-marie bouillant pendant 24 heures, je filtre cette infuſion le plus chaud qu'il eſt poſſible, de crainte que la réſine ne ſe coagule en refroidiſſant ſur le filtre, je la fais évaporer enſuite dans une terrine de verre, au bain-marie, comme je l'ai pratiqué pour les autres extraits; puis je la diſtribuë ſur des aſſiettes, où elle dépoſe la partie réſineuſe à meſure qu'elle

refroidit un peu. Cette pellicule résineuse qui surnage la liqueur, a les couleurs changeantes de la gorge du pigeon: enfin en continuant l'évaporation elle se desséche, aussi-bien que la liqueur qui est dessous, & laisse sur l'assiette un extrait qui la fait paroître comme dorée ou bronzée. Cette même couleur bronzée s'observe, comme on sçait, sur les cuves d'indigo des teinturiers, & sur les tasses de rouge qui venoient autrefois d'Espagne, & qu'on prépare avec le carthame ou safran bâtard. Je ferai observer ici, qu'il faut nécessairement faire cette évaporation du Quinquina sur des assiettes qui ayent une surface vitrifiée ou émaillée, parce que j'ai remarqué que si on la fait sur des assiettes d'argent, elle attaque ce métal, ou du moins son alliage, & y laisse des places ternes & corrodées.

On n'observe point toutes ces couleurs changeantes quand on fait évaporer une teinture du Quinquina faite par l'esprit de vin ou dans le vin; mais si à ces teintures on ajoûte une infusion du Quinquina dans l'eau, comme il se fait un commencement de précipitation de résine, ses parties s'arrangent apparemment d'une maniére convenable à produire l'effet d'une infinité de petites lames. *

* Voy. l'Opt. de Newton.

L'infusion dont je viens de parler d'un gros de Quinquina dans une livre & demie d'eau, m'a laissé 20 grains d'extrait sec; ainsi, trois demi-septiers d'eau en tirent un demi-grain moins que n'a fait dans l'expérience ci-dessus, une once & demie d'esprit de vin. J'ai versé sur le marc desséché une once & demie d'esprit de vin qui en a enlevé une nouvelle teinture, & cette teinture évaporée a laissé 3 grains d'extrait résineux sec. Ce produit est un peu différent de celui de la premiére expérience; mais la différence peut venir aussi de la difficulté qu'il y a de rassembler exactement toutes les parties de l'extrait desséché en le ratissant de dessus l'assiette.

Par ces expériences répétées de deux façons différentes, l'une par l'esprit de vin & ensuite par l'eau, l'autre par l'eau & ensuite par l'esprit de vin, il reste pour constant que si l'on veut faire usage de ces extraits secs, il en faut 24 grains

pour tenir lieu d'un gros de Quinquina en ſubſtance, & que par conſéquent, on diminuera le volume de deux tiers; ce qui eſt un avantage pour les eſtomacs délicats, qui ne peuvent digérer facilement un gros de Quinquina, pris de quatre heures en quatre heures. De plus, cet extrait peut ſe diviſer en poudre très-fine, & ſe diſſoudre à la maniére des autres extraits, dans du vin ou dans quelqu'autre boiſſon.

Cette maniére de préparer l'extrait de Quinquina eſt, comme je l'ai déja dit, beaucoup plus longue que celle des Pharmacopées, attendu qu'on ne peut guere travailler que ſur une ou deux onces de matiére à la fois; mais elle eſt plus commode que celle de M. le Comte de Lagarais, puiſqu'on peut ſe paſſer de ſa machine. J'ai oublié de rapporter ici une obſervation qui paroîtra peut-être un peu trop ſcrupuleuſe, c'eſt que dans ces extraits on doit faire une petite ſouſtraction de la partie terreuſe que l'eau a pu y dépoſer; puiſque l'eau la plus pure diſtillée juſqu'à 20 fois, toûjours avec des cucurbites de verre neuves & bien nettes, avec le même chapiteau & le même récipient bien fermé avec de la veſſie, m'a laiſſé à chaque diſtillation, même à la vingtiéme, un ſédiment terreux.

Je crois avoir démontré dans ce Mémoire, que ce que l'on débite à Paris ſous le nom de Sel eſſentiel de Quinquina, de Gayac, d'Abſinte, de Chicorée, de Centaurée de Bretagne & de Sabine, préparé ſelon la méthode de M. le Comte de Lagarais, n'eſt point un ſel eſſentiel; mais un extrait ſec & bien fait: qu'on peut avoir par infuſion, & par une évaporation ci-deſſus décrite & preſque ſemblable à la ſienne, des extraits auſſi ſûrs & auſſi parfaits que par ſa machine: que ces ſortes d'extraits ne peuvent être mis en uſage pour le commun des malades, à cauſe de la difficulté qu'il y a de les préparer en quantité; mais que cette méthode n'eſt pas à rejetter quand il s'agira de traiter des perſonnes délicates & des enfants.

RECHERCHES

RECHERCHES SUR LA HAUTEUR DU POLE DE PARIS.

Par M. LE MONNIER le Fils.

LES découvertes qui ont été faites en ces derniers temps sur l'*Aberration des Etoiles fixes,* ont répandu tout d'un coup un si grand jour sur la plûpart des questions qui partageoient les Astronomes de ce siécle, qu'il semble que par leur secours la plus grande partie des Eléments d'Astronomie se peut rectifier aujourd'hui d'une maniére assés facile; mais comme de toutes ces questions il n'y en a pas de plus importante que celle qui regarde la Hauteur du Pole de Paris, puisque cette Ville est, pour ainsi dire, le siége de l'Astronomie moderne, & que depuis l'établissement de l'Académie, on y a fait un grand nombre d'observations qui surpassent en exactitude, tout ce que l'antiquité nous a laissé de plus précieux, d'autant qu'elles ont toutes cet avantage d'avoir été faites par le secours des Horloges à Pendule, des Lunettes & du Micrometre, appliqués aux Quart-de-cercles, Inventions que l'on peut compter entre les plus grandes découvertes qui ont été faites depuis un Siécle; je me bornerai donc ici à examiner quelle est cette hauteur du Pole, & quelles sont les vrayes causes des changements qu'on a cru y remarquer. 14 Juin 1738.

Je me trouve d'autant plus engagé à poursuivre ces recherches, qu'il y a déja long-temps que j'ai entre les mains les observations des Astronomes de l'Académie, dans le dessein de les mettre en ordre & de les publier le plûtôt qu'il me sera possible, ne doutant point que tous les Sçavants n'en puissent retirer tous les avantages nécessaires, pour parvenir à de nouvelles découvertes, & confirmer entiérement celles qu'on ne croit pas encore bien établies.

Mais avant que de rapporter les obſervations dont je me ſervirai pour conclurre la hauteur du Pole de Paris, il eſt important de remarquer que cette hauteur du Pole a été priſe en divers endroits & avec différents inſtruments : cependant il eſt très-facile de faire la réduction de chaque lieu au parallele de l'Obſervatoire ; car feu M. *Deliſle* nous a dreſſé en 1716 un plan fort exact de la Ville ; & d'ailleurs M.rs *Picard* & *de Louville* ont eu grand ſoin de déterminer par la Trigonométrie rectiligne, la poſition du lieu où ils ont fait leurs obſervations ; ce que j'ai pratiqué auſſi à l'égard du lieu, que j'ai choiſi à Paris pour faire mes obſervations avec toutes les commodités poſſibles.

Je ſuppoſerai la Réfraction à 50″ à la hauteur apparente du Pole de Paris, c'eſt-à-dire, 2″ plus petite que ſelon la Table de M. *Caſſini*, & 14″ plus petite que ſelon la Table de M. *de la Hire*. Je ferai voir dans la ſuite ſur quoi peut être fondée cette ſuppoſition, m'étant ſervi du Probleme XIX des Tables Aſtronomiques de M. *de la Hire ;* car dans ce Probleme on peut trouver la hauteur du pole & le double de la Réfraction qui lui convient, pourvû qu'on connoiſſe la déclinaiſon de deux Aſtres obſervés, l'un au Nord, & l'autre au Midi, à la hauteur d'environ 45 ou 50° dans le Méridien. Cette méthode qui eſt fort ſimple, eſt peut-être la ſeule qui puiſſe être employée dans la pratique de l'Aſtronomie, tant que l'on n'aura point d'inſtruments pour obſerver les Azimuts ; mais comme M. *de la Hire* y ſuppoſe les déclinaiſons de deux Aſtres, & qu'il n'y a pas long-temps qu'on a propoſé un moyen ſûr & exact de trouver ces déclinaiſons, voici comme j'ai procédé dans l'exécution de ce précepte. J'ai obſervé tant à Torneå qu'à Paris, les hauteurs méridiennes ſupérieures & inférieures de l'Etoile polaire : comme cette Etoile décrit chaque jour un fort petit cercle autour du Pole, la Réfraction qui éleve chaque hauteur à Torneå & à Paris, diminuë fort peu ſa diſtance au Pole. Ayant fait la comparaiſon des diſtances apparentes de l'Etoile au Pole, déterminées ſous des latitudes ſi différentes, il m'a

été fort aisé d'en conclurre sa vraye distance au Pole, & par conséquent le complement de cette distance, qui est la déclinaison que je voulois connoître. Ces opérations sont si simples que je ne doute point que cette déclinaison n'ait été déterminée à 5″ près; & il ne me paroît pas possible qu'on puisse se tromper davantage, lorsqu'on veut observer avec soin, sur-tout si l'on se sert de Quart-de-cercles garnis de Micrometre : ainsi l'Astre observé du côté du Nord à Paris, étoit *l'Etoile polaire* dont j'ai connu la vraye déclinaison.

J'ai trouvé la déclinaison *du Soleil* observé du côté du Midi, au même degré de hauteur que l'Etoile polaire, par la méthode que j'ai employée il y a quelques années pour trouver l'Equation du centre du Soleil, ayant eu le Ciel assés favorable aux deux derniers Equinoxes pour déterminer les passages au Méridien du Soleil & de Procyon par des hauteurs égales prises à l'Orient & à l'Occident, & ayant évité par-là les erreurs qu'on pourroit soupçonner dans les passages observés au Quart-de-cercle mural, dont je n'ai plus voulu faire usage.

De cette maniére j'ai satisfait aux conditions du Probleme proposé par M. *de la Hire;* car ayant trouvé l'ascension droite vraye de *Procyon* au 1.er Janvier 1738 de 111° 23′ 30″, & par conséquent le 4 & le 5 Avril 1738, l'ascension droite vraye & la déclinaison du Soleil que j'ai corrigée par la parallaxe de 0′ 8″, j'ai comparé les hauteurs méridiennes du Soleil observées les mêmes jours, avec celles de l'Etoile polaire observées les jours suivants, & j'ai trouvé la Réfraction plus petite que par la Table de M. *Cassini;* mais en attendant que ces observations ayent été répétées un assés grand nombre de fois pour en conclurre avec toute la justesse possible la quantité de la Réfraction, nous prendrons 0′ 50″ pour celle qui convient à la hauteur du Pole de Paris.

Je commence donc par les Observations Astronomiques faites par M. *Picard* aux environs de la Porte Montmartre. Comme la hauteur du Pole y fut déterminée avec un très-grand soin en 1668 & 1669, & qu'on y employa diffé-

rents Arcs de cercles qui donnerent tous le même résultat, sçavoir, un grand Quart-de-cercle de 9 pieds 7 pouces de rayon tout de fer, un Sextans aussi de fer de 6 pieds de rayon, mais dont le limbe étoit de cuivre, & enfin le Quart-de-cercle de 3 pieds de rayon qui avoit servi à la mesure de la Terre; & que c'est sur ces observations, qu'on peut bien regarder comme les meilleures qui ayent été faites, qu'est fondée la hauteur du Pole de Paris déterminée pour la premiére fois avec quelque exactitude, je n'ai fait aucune difficulté de négliger quelques-unes des observations précédentes. Nous avons cependant celles de M.rs *Buot* & *Roberval*, faites au commencement de 1667, dans le Jardin de la Bibliotheque du Roy, avec le Sextans de 6 pieds de rayon, mais qui n'étoit pas encore garni de Lunettes, puisque ce ne fut gueres que vers le mois de Septembre 1667 qu'on substitua les Lunettes d'approche aux Pinnules; or il faut remarquer, par rapport à ces observations, qu'il se trouve quelques fautes dans le 1.er Volume de l'Histoire de l'Académie; car on y trouve *(p. 66.)* la hauteur du Pole observée par M. *Buot* en 1668, au lieu que ce n'étoit que sur la fin de 1666, & au commencement de 1667 : de plus, on y suppose l'Observatoire plus méridional que le Jardin de la Bibliotheque du Roy, de 1′ 5″, au lieu de 1′ 52″ qu'on a toûjours trouvées; enfin M. *Buot* n'avoit déterminé la hauteur apparente du Pole du Jardin de la Bibliotheque du Roy, que de 48° 52′ 45″, mais M. *de Roberval* s'apperçut ensuite qu'il y avoit 15″ d'erreur dans la position des Pinnules; or il n'est pas dit en quel sens on doit y avoir égard.

Je reviens donc aux observations faites au Jardin de la Bibliotheque du Roy au commencement de 1668 avec les deux grands instruments dont nous avons parlé ci-dessus. Au commencement de Janvier 1668, on trouva constamment la plus grande hauteur de l'Etoile polaire, de 51° 22′, & la plus petite hauteur, de 46° 24′, ce qui donnoit la hauteur du Pole appparente, de 48° 53′; mais au commencement de Septembre de la même année, on observa de nouveau

la plus grande hauteur de l'Etoile polaire, & on la trouva plus petite d'environ $\frac{1}{4}$ de minute, ce qui ne s'accorde gueres avec les observations que nous avons faites sur l'Aberration de cette Etoile; mais peut-être que cette derniére observation du mois de Septembre ne fut pas faite avec le même soin que les précédentes, ce qui est d'autant plus facile à concevoir que ces instruments étoient exposés au vent.

C'est pourquoi sur la fin de Décembre de l'an 1669, M. *Picard* observa près la Porte Montmartre avec le Quart-de-cercle de 3 pieds de rayon, la plus grande hauteur de l'Etoile polaire, de 51° 21′ 0″, & la plus petite hauteur, de 46° 25′ 0″: le lieu de ces observations étoit 2′ plus septentrional que l'Observatoire. Or la hauteur du Pole apparente déterminée par les observations précédentes étant de 48° 53′ 0″, on aura celle de l'Observatoire de 48° 51′ 0″, d'où ôtant 50″ pour la Réfraction, la vraye hauteur du Pole de l'Observatoire sur la fin de 1669 auroit été de 48° 50′ 10″.

Nous pourrions rapporter aussi d'autres observations faites avec un petit Quart-de-cercle de $27\frac{1}{2}$ pouces de rayon, le même qui fut ensuite porté en Cayenne; mais cet instrument étoit placé dans un lieu dont le plancher n'étoit pas bien solide; & quoiqu'on y eut égard autant qu'il étoit possible, néantmoins les observations de la plus grande hauteur de l'Etoile polaire ayant été souvent répétées sur la fin de 1668 & au commencement de 1669, la différence est quelquefois d'environ 0′ 20″; & si l'on prend un milieu entre toutes ces observations, la hauteur du Pole apparente seroit près la Porte Montmartre, de 48° 53′ 10″, c'est-à-dire, 10″ plus grande que par les observations qui furent faites l'année suivante avec le Quart-de-cercle de 3 pieds de rayon dont nous venons de parler.

Enfin tous les instruments dont on s'étoit servi près la Porte Montmartre ayant été destinés pour différents voyages, au retour desquels la plûpart furent divisés de nouveau, leur limbe ayant été altéré, on en avoit fait construire deux en l'année 1670, sçavoir, celui dont M. *Cassini* s'est toûjours

servi de 36 pouces de rayon, & celui de M. *Picard* de 32 pouces de rayon. Ce dernier est le même dont parle M. *de la Hire* dans ses Tables Astronomiques, & dont il s'est servi pendant près de 40 ans pour déterminer les hauteurs méridiennes des Astres. Il nous paroît ici de la derniére conséquence de faire l'histoire de ces deux Quart-de-cercles. L'un & l'autre furent divisés par le même ouvrier, à peu-près dans le même temps; tous les deux étant enfin placés à l'Observatoire en 1673, donnerent toûjours les mêmes hauteurs, lorsqu'ils étoient bien rectifiés à l'horison. En 1672 celui de M. *Cassini* donnoit la plus grande hauteur du bord supérieur au Solstice d'Eté de 64° 55′ 40″; car on trouva le 20 Juin 64° 56′ 10″, & le 21, 64° 55′ 34″ ou 37″: or M. *Cassini* rejette la premiére observation du 20 Juin, ainsi le Solstice étant arrivé entre le 20 & le 21 Juin, nous pouvons établir la plus grande hauteur du bord supérieur du Soleil de 64° 55′ 40″; M. *Picard*, qui observoit en même temps près la Porte Montmartre avec le Quart-de-cercle de 32 pouces de rayon, trouva le 20 Juin 64° 53′ 40″, & le 21, 64° 53′ 35″, c'est-à-dire, en prenant un milieu, & ajoûtant 2′ pour la réduction à l'Observatoire, 64° 55′ 37″½ conformément à ce qui avoit été trouvé par M. *Cassini*. En 1685 à l'Observatoire Royal M. *Cassini* trouva la plus grande hauteur du bord supérieur du Soleil, de 64° 55′ 40″; M. *de la Hire* trouva le 21 Juin 64° 55′ 40″. Les observations de l'Equinoxe du Printemps de l'année 1673, comparées avec celles de M. *Richer*, qui étoit alors en Cayenne, donnerent 41° 27′ 0″ ou 10″ pour la hauteur méridienne apparente du bord supérieur à l'Observatoire au moment que son centre se trouve dans l'Equateur; les observations de M. *Picard* faites à la Porte Montmartre, & réduites au parallele de l'Observatoire, donnerent précisément la même chose à 1″ ou 2″ près.

Cependant lorsque l'Observatoire eut été achevé de bâtir en 1672, & qu'on y eut observé plusieurs années de suite la hauteur apparente du Pole, on la trouva d'environ 30″ plus

grande avec ces deux Quart-de-cercles, que par les anciennes observations faites à la Porte Montmartre, ce qui engagea M. *Picard* à diverses recherches sur les mouvements apparents de l'Etoile polaire dont il est parlé dans son Voyage d'Uranibourg publié en 1680. Or les observations de M. *Picard* s'accordent parfaitement avec la Théorie de M. *Bradley* sur l'aberration des Etoiles fixes; mais comme on ne put alors trouver la cause de ces variations, non plus que de cette Augmentation de 30″ dans la hauteur apparente du Pole, on crut que cela pouvoit s'expliquer par quelques irrégularités dans les réfractions causées par les feux * d'une grande Ville, au Midi de laquelle l'Observatoire étoit situé.

* *Mémoires de l'Ac. Tom. X. pag. 371.*

Voilà pourquoi M. *de la Hire*, dans ses Tables Astronomiques, ne rapporte aucune des observations de l'Etoile polaire, que j'ai trouvées dans ses regîtres, & qui donnent la vraye hauteur du Pole de Paris de 30″ plus grande qu'elle n'avoit été établie; qu'au contraire il employe les observations du Soleil faites du côté du Midi, où l'on soupçonnoit moins d'irrégularités de la part des Réfractions : mais comme les hauteurs méridiennes du Soleil aux Solstices d'Hiver & d'Eté, corrigées par la Table des Réfractions de M. *Cassini*, donnoient au contraire la hauteur du Pole d'environ 20″ plus petite que par les observations faites autrefois près la Porte Montmartre, M. *de la Hire* a cru devoir augmenter la Réfraction, & diminuer la Parallaxe du Soleil, ce qui lui donne la vraye hauteur du Pole à l'Observatoire, de 48° 50′ 0″.

Il m'auroit été fort difficile de trouver la cause de toutes ces différences sans le secours d'une Théorie sur l'Aberration des Etoiles, & du Secteur dont nous nous sommes servis en Lapponie : mais voici la méthode que j'ai suivie pour éclaircir toutes ces difficultés ; j'ai comparé mes observations avec celles qui avoient été faites par M. *de la Hire* avec son Quart-de-cercle de 32 pouces de rayon, j'ai trouvé que cet instrument avoit donné les hauteurs de toutes les Etoiles qui sont proche du Zénith, plus grandes d'environ une minute que par la réduction des observations faites au Secteur, ce que

j'ai trouvé principalement par l'Etoile η de la *grande Ourse;* or voici diverses remarques que j'ai faites, d'où le Lecteur pourra tirer telle conséquence qu'il voudra.

Il peut y avoir quelquefois deux causes différentes qui doivent faire hausser un Quart-de-cercle, l'une dépend de l'angle que forme la Lunette du Quart-de-cercle avec la ligne tirée du centre au 0° de la division; si cet angle est plus grand qu'un droit, le Quart-de-cercle haussera nécessairement, & on en connoîtra l'erreur par le renversement, la Lunette demeurant toûjours pointée au même objet dans l'horison. Cette opération est très-pénible, & d'ailleurs elle suppose que l'objet demeure à une même hauteur apparente pendant tout le temps de l'opération. Or cette supposition n'est pas tout-à-fait exacte; car j'ai quelquefois éprouvé que les Réfractions horisontales changent fort-souvent, & même d'un moment à l'autre, ce qui est conforme aux expériences rapportées par M. *Hugens* dans son Traité sur la Lumiére, & celles de M. *Picard* faites à Uranibourg & sur le Mont-Valerien, qu'on trouve dans le VIII. Tome des anciens Mémoires de l'Académie; ainsi, ce sera toûjours une source d'erreur si l'on n'a pas soin d'éviter les moments où les Réfractions horisontales sont inconstantes, ou plûtôt, de corriger les observations faites au temps du renversement du Quart-de-cercle par la différence des Réfractions, ce qu'on pourroit pratiquer exactement par le secours d'une Lunette murale ou d'un grand Niveau armé d'un Micrometre, ou bien, il faut réitérer un grand nombre de fois le renversement du Quart-de-cercle.

La seconde cause qui peut faire hausser un Quart-de-cercle, est fondée sur sa division; si l'arc de 90° marqué sur le Quart-de-cercle répond à un arc du Ciel plus grand que 90°, on trouvera toûjours les Etoiles plus hautes qu'elles ne sont réellement, & plus ces Etoiles seront élevées sur l'horison, plus l'erreur sera grande: cette erreur diminuera donc la distance des Etoiles au Zénith; & c'est ce qui est arrivé, à ce que je crois, aux Quart-de-cercles dont nous avons parlé, principalement à celui de M. *de la Hire*, le même dont M. *Picard* se

servoit

ſervoit au retour du voyage de Dannemarc, celui qui avoit ſervi à la meſure de la Terre, ayant été gâté vers la fin de ce voyage. Il ſeroit donc fort utile de vérifier les diviſions de ces inſtruments, en examinant d'abord les points 0° & 90°, comme je l'ai pratiqué tout nouvellement pour mon Quart-de-cercle par le ſecours de notre Secteur.

On pourroit auſſi par la comparaiſon des obſervations des Solſtices & de l'Etoile polaire, trouver la juſte correction des Quart-de-cercles, c'eſt-à-dire, de combien ces Quart-de-cercles hauſſent ou baiſſent dans les hauteurs méridiennes obſervées; mais cette régle ne peut être vraye que lorſqu'on connoît exactement l'obliquité de l'Ecliptique. Or il ſe trouve dans cette obliquité, qui n'a jamais été connuë bien exactement, des irrégularités dont on n'a pas encore des régles bien certaines, parce qu'on ne ſçait pas ſi elle décroît réellement; c'eſt pourquoi, comme je me ſuis borné dans ce Mémoire à rechercher la *vraye hauteur du Pole de Paris,* je ne me ſervirai point des hauteurs ſolſticiales, parce qu'elles ſont peut-être ſujettes à plus d'une inégalité.

M. *de la Hire* dans ſes Tables Aſtronomiques nous apprend, que par différentes obſervations de l'Etoile polaire dans ſa plus grande & dans ſa plus petite hauteur méridienne, on a conclu, en faiſant une réduction, la hauteur apparente du Pole de Saint-Jacques de la Boucherie, comme M. *Picard* l'a établi dans le Livre de la Meſure de la Terre; on aura donc 48° 52′ 20″. Or l'Obſervatoire eſt plus méridional que la Tour de Saint-Jacques de la Boucherie, de 1′ 18″, ſelon M. *de la Hire*, & de 1′ 18″½, ſelon le plan de M. *Deliſle;* c'eſt pourquoi la hauteur apparente du Pole à l'Obſervatoire, ſera . . 48° 51′ 2″.
La Réfraction, ſelon M. *de la Hire*, eſt 1′ 4″;
mais nous avons établi . . . . 50″.
La vraye hauteur du Pole de l'Obſervatoire
ſera donc . . . . 48° 50′ 12″.

Je ſuis obligé d'avertir ici qu'il ne m'a jamais été poſſible de ſçavoir avec quel Quart-de-cercle ni en quel lieu ont été

faites ces observations; car dans les regîtres de M. *de la Hire* je n'en trouve aucune de l'Etoile polaire qui s'accorde avec cette hauteur du Pole de l'Observatoire.

Quoi qu'il en soit, M. *de Louville* qui est venu ensuite, a observé avec un très-grand soin la hauteur du Pole à l'Hôtel de Taranne. Selon ce qui est rapporté dans les Mémoires de 1721, la hauteur apparente du Pole y avoit été concluë

de	48°	52′	2″.
Mais M. de Louville ayant trouvé 1008 toises de distance entre les paralleles de l'Hôtel de Taranne & de l'Observatoire, c'est-à-dire. . . .		1	4.
Il s'ensuivroit que la hauteur apparente du Pole de l'Observatoire seroit de	48	50	58.
D'où ôtant 50″ pour la Réfraction, reste la vraye hauteur du Pole de l'Observatoire. .	48	50	8.

Dans les Mémoires de 1733, on trouve plusieurs observations de la hauteur du Pole faites à l'Observatoire par M. *Maraldi*, qui ayant vérifié son Quart-de-cercle à l'horison, trouva qu'il faisoit les hauteurs trop petites de 40″. M. *Maraldi* conclud la hauteur du Pole de l'Observatoire de 48° 50′ 12″, & il ajoûte que cette hauteur du Pole se trouve à 2″ près de celle qu'on suppose ordinairement; mais si l'on corrige ces observations par la Réfraction dont nous nous sommes servis dans les calculs précédents, on aura la vraye hauteur du Pole de l'Observatoire de . . . 48° 50′ 14″.

Parmi les observations astronomiques qui sont rapportées dans le Livre de la *Figure de la Terre* de M. *de Maupertuis*, on trouve *(pag. 134. & 135.)* plusieurs distances de l'Etoile polaire au Zénith observées à Paris dans un lieu qui est plus septentrional que l'Observatoire de 47″ ½. Corrigeant ces observations par l'Aberration & la Précession des Equinoxes, on conclura la hauteur du Pole de l'Observatoire de 48° 50′ 14″ ½.

Et si l'on négligeoit l'Aberration & la Précession des Equinoxes, comme en effet on les a négligées dans ce Livre,

parce qu'il ne s'agissoit que d'examiner si dans les grandes hauteurs les Réfractions étoient doubles à Torneå de ce qu'elles sont à Paris; & qu'au contraire elles se sont trouvées de quelques secondes plus petites : dans cette supposition, la hauteur du Pole de l'Observatoire seroit de 2″ ½ plus grande.

Mais pour établir avec toute la précision possible la hauteur du Pole de Paris, j'ai vérifié plusieurs fois, depuis le mois de Décembre 1737, mon Quart-de-cercle par le renversement; & comme j'ai remarqué qu'il étoit de la derniére importance de connoître si les 90° marqués sur mon Quart-de-cercle, répondoient à un Arc du Ciel de 90°, j'ai observé, dans le temps du Crépuscule, les Etoiles ψ & χ de la *grande Ourse*, dont l'une passe à 3° du Zénith du côté du Midi, & l'autre à ⅓ de degré du côté du Nord. Ces observations ont été faites avec grand soin, dans un lieu où j'étois parfaitement à l'abri du vent, & où je m'étois procuré toutes les commodités nécessaires : aussi je n'ai trouvé que 3″ de différence lorsque j'ai examiné ce qui résultoit de ces deux Etoiles, mais j'ai conclu que les 90° marqués sur mon Quart-de-cercle, ne répondoient pas à un Arc du Ciel de 90°, il s'en falloit au moins 15″; ainsi cette erreur doit être repartie proportionnellement sur tous les autres points de la division, supposé qu'ils soient bien placés par rapport à l'Arc total, ce qu'on vérifiera dans la suite, quoiqu'il soit fort difficile de croire que les erreurs des divisions montent à plus de 5″. Voici les observations de l'Etoile polaire que j'ai faites au commencement de cette année 1738 :

Hauteurs supérieures. En Janvier.		*Hauteurs inférieures.* En Janvier.	
Le 1	50° 58′ 19″	Le 1	46° 47′ 11″
7	50 58 22 ½	8	46 47 11
10	50 58 24	15	46 47 9½
Le milieu	50 58 22 ½	Le milieu	46 47 10½

La hauteur apparente du Pole sans aucune correction de l'Instrument	48°	52′	46″$\frac{1}{2}$
Mais la correction de l'Instrument			55
Donc la hauteur apparente du Pole	48	51	51$\frac{1}{2}$
D'où ôtant 47″$\frac{1}{2}$, on aura la hauteur apparente du Pole à l'Observatoire	48	51	4
Et retranchant enfin 50″ pour la refraction, la vraye hauteur du Pole sera	48	50	14

Je vérifierai dans la suite, avec d'autres Quart-de-cercles, si cette hauteur du Pole est bien établie, 1″ de plus ou de moins étant extrémement importante pour déterminer le moment de l'Equinoxe par la méthode des Anciens, puisqu'elle y apporte 1′ d'erreur : car quoiqu'on ait déja quelques méthodes de déterminer le moment de l'Equinoxe indépendemment de la hauteur du Pole, cependant comme celle dont on se sert le plus communément, est toûjours la plus simple dans la pratique, on conviendra aisément qu'il vaut mieux s'en servir, si la hauteur du Pole est une fois bien déterminée; d'un autre côté, les nouvelles méthodes de trouver le moment de l'Equinoxe sont absolument nécessaires pour déterminer la Réfraction, comme je l'ai déja expliqué au commencement de ce Mémoire. Enfin comme la hauteur du Pole est le fondement de tous les calculs que l'on fait pour déterminer le lieu des Planetes, leurs nœuds & leurs latitudes, l'erreur que l'on y commettroit, influeroit non seulement dans le lieu des Planetes & dans leurs latitudes, mais se multiplieroit principalement dans la position des nœuds.

Au reste, comme M. *Bradley* a observé, outre l'Aberration des Etoiles fixes, un autre mouvement apparent dont on a parlé dans le Livre de la *Figure de la Terre déterm.* & comme cette nouvelle découverte peut donner quelque éclaircissement à ceux qui auront comparé le grand nombre d'observations du Soleil aux Solstices faites à la Méridienne de S.te Petrone, & qui ont été publiées depuis peu par M. *Manfredi;* j'ai entrepris de vérifier ce mouvement le plus exactement qu'il me sera possible, par le secours de notre Secteur,

qu'on a placé dans une Maison près le Boulevard, dont la latitude est d'environ 2′ 10″ plus grande que celle de l'Observatoire, ce qui sera déterminé dans la suite avec la derniére exactitude.

Mais comme le petit Miroir d'acier sur lequel porte la Vis du Micrometre, avoit été un peu rouillé dans l'endroit où portoit la pointe de cette Vis, nous avons remédié à cet inconvénient, en faisant porter la pointe de la Vis un tiers de ligne plus bas; c'est pourquoi au lieu de 20 Révol. 23,5 part. de la Vis, qui valent 15′ 0″, selon le Livre de la Figure de la Terre, nous prendrons 20 Révol. 24,0 part. c'est-à-dire, une demi-partie d'augmentation, ce qui est évident, parce que cette Vis étant aujourd'hui un peu plus éloignée du centre du Secteur qu'elle n'avoit été auparavant, il est nécessaire par conséquent qu'elle parcourre un chemin plus long pour faire décrire un arc de 15′ à la Lunette.

1738.

Nous avons observé, M. *Camus* & moi, l'Etoile ψ de la *grande Ourse*, le fil à plomb sur le point marqué 5° 45′ 0″ de la division supérieure;

Le Micrometre marquoit,

Le 10 Mai	*Avant* le passage de l'Etoile par le Méridien	16 Révol.	36,6 part.
	Pendant le passage. . 34′ ou 9		10,0
	Après le passage.	16	35,5
Donc la distance observée de l'Etoile au Zénith vers le Midi . . . 2° 45′ 0″		+ 17	18,0

J'observai encore une Etoile de la *grande Ourse* appellée χ, le fil à plomb sur le point marqué 2° 37′ 30″

Le 11 Mai	*Avant*	23 Révol.	14,2 part.
	Pendant	25	0,3
	Après	23	13,0
Donc la distance observée de l'Etoile au Zénith du côté du Nord. . . 0° 22′ 30″.		— 1	30,7

On répéta l'obſervation de l'Etoile ψ.

		Révol.	part.
Le 12 Mai	*Avant* le paſſage	14	12,8
	Pendant . . . . . 31 ou	6	30,4
	Après	14	12,0
Différence. . . 5° 45′ 0″.		+ 17	18,0

L'Etoile χ.

Le 12 Mai	*Avant*	23	29,1
	Pendant	25	16,7
	Après	23	30,1
Différence. . . . 2° 37′ 30″.		+ 1	31,1

Le 21 Mai j'ai retourné le Secteur pour connoître la vraye diſtance des Etoiles au Zénith, ce qui eſt néceſſaire pour vérifier les Quart-de-cercles, principalement ceux qui ſont attachés à un gros mur dans le plan du Méridien.

La face du limbe du Secteur étoit tournée les jours précédents vers l'Orient, mais juſqu'au 4 Juin elle a toûjours été dirigée vers l'Occident.

Le même jour j'obſervai l'Etoile χ de la *grande Ourſe;* elle me parut ſi petite, à cauſe du grand jour, que je ne pûs pas compter ſur une auſſi grande préciſion qu'auparavant.

		Révol.	part.
Le 21 Mai	*Avant*	6	27,0
	Pendant	5	30,3
	Après	6	27,0
Différence. . . 3° 22′ 30″		− 0	40,7

Le Secteur ayant toûjours reſté dans la même poſition, c'eſt-à-dire, le limbe étant pour lors tourné vers l'Occident, j'obſervai l'Etoile η de la *grande Ourſe,* laquelle eſt à l'extrémité de la queuë, le fil à plomb ſur le point 4° 45′ 0″;

		Révol.	part.
Le 2 Juin	*Avant*	28	35,1
	Pendant	30	0,2
	Après	28	34,1
Différence. . . 4° 45′ 0″		+ 1	9,6

Le 4 Juin le Secteur fut retourné vers l'Orient, & M. *Camus* voulut bien m'aider dans cette seconde opération, où nous apportâmes tous les soins possibles. Il est bon de remarquer qu'on avoit trouvé çi-devant que le point du limbe qui répond au Zénith étoit 3° 0′ 17″ ou 18″; mais on ne peut gueres compter sur ce premier retournement, à cause que l'Etoile parut trop petite le 21 Mai. Cependant on démonta la Lunette à l'ordinaire, on la plaça dans sa boîte, & enfin la boîte fut transportée dans un lieu éclairé, où l'on fit marquer deux points de chaque côté vers les extrémités de l'arc du Secteur, parce que nous avions résolu d'observer *Capella*, ce qui n'étoit pas possible lorsque la division de notre Secteur ne s'étendoit qu'à 2° 45′ de part & d'autre du Zénith. Toutes ces opérations étant achevées, on observa, comme il suit, l'Etoile η de la *grande Ourse*, la face du Secteur étant tournée vers l'Orient.

Le 4 Juin 1738, avant le passage, le fil à plomb tombant sur 1° 15′ 0″, le Secteur fut remué par un accident.

	Pendant le passage...	20 Révol.	23,75 part.
	Après........	20	41,15
Différence... 1° 15′ 0″......		− 0	17,40
Mais le 2 Juin, lorsque le Secteur étoit tourné vers l'Occident... 4° 45′ 0″......		+ 1	9,60
Donc la vraye distance au Zénith 1° 45′ 0″...		+ 0	35,50
Et par conséquent le point du limbe du Secteur qui répond au Zénith... 3° 0′ 18,10″			

Le Ciel n'ayant été favorable aux observations que six jours après, j'observai le 10 Juin la même Etoile avec d'autant plus de précaution, que la premiére observation qui avoit été faite depuis le retournement du Secteur, ne se trouvoit point assés complette, l'observation du fil à plomb ayant été manquée avant le passage de l'Etoile.

Le 10 Juin.	*Avant* le passage			19 Révol.	27,0 part.
	Pendant			19	7,4
	Après			19	26,0
Différence.	1° 15' 0"			— 0	19,1
Avant le retournement	4 45 0			+ 1	9,6
La vraye distance de l'Etoile au Zénith	1 45 0			+ 0	36,35

Et par conséquent le point du limbe du Secteur qui répond au Zénith . . 3° 0' 17,25".

Nous donnerons dans la suite le résultat de nos observations, c'est-à-dire, les vrayes distances des Etoiles au Zénith, observées dans le cours de chaque année; & par le secours de toutes ces distances d'Etoiles au Zénith dont on fera un bon usage pour rectifier les Quart-de-cercles, on sera bien plus à portée de décider dans la suite si la hauteur du Pole est constante, comme il paroît vraisemblable par toutes les observations que nous avons rapportées, ou, si elle est sujette à quelques variations, comme le soupçonne M. *Manfredi* *, par la comparaison des Solstices d'Hiver & d'Eté observés à la Méridienne de S.te Pétrone depuis plus de quatre-vingt ans.

* *De Gnomone Meridiano Bononiensi, cap. xvi.*

Il est à propos de remarquer au sujet de la hauteur du Pole d'Alexandrie, que cette hauteur du Pole a toûjours été la même, si l'on s'en rapporte aux recherches de feu M. *Delisle*; voici comme ce célébre Géographe s'exprime au commencement de son Mémoire sur l'étenduë des grandes Villes, imprimé dans le Recueil des *Mémoires de l'Académie de 1724.*

« Si l'on compare la hauteur du Pole d'Alexandrie donnée par Ptolomée, de 30° 58', avec celle qui l'a été par feu M. *Chazelles*, de 31° 11'; & si l'on fait cette comparaison dans la vûe d'éclaircir un point important, sçavoir si la hauteur du Pole & l'obliquité de l'Ecliptique ont changé dans l'intervalle du temps qui s'est écoulé entre ces deux observations, il faut remarquer, avant que de décider la question :

» 1.° Que la Ville d'Alexandrie d'aujourd'hui où M. *Chazelles* a observé, est très-petite: Que les murailles anciennes de la

de la Ville, qui renferment un espace vingt fois plus grand, «
& qui subsistent encore presque dans leur entier, ne sont «
pourtant pas de la structure la plus ancienne; & qu'ainsi «
ces murailles ne sont tout au plus que celles que la Ville avoit «
du temps des Croisades. «

2.° Que les murailles les plus anciennes de cette Ville «
construite par Alexandre, avoient une bien plus grande éten- «
duë, allant, selon Strabon, jusqu'au Lac Maræotide, ce que «
l'enceinte qu'on regarde aujourd'hui comme ancienne, ne «
fait pas. «

3.° Qu'il y a même beaucoup d'apparence que Ptolomée «
avoit placé son Observatoire à la partie la plus méridionale «
de la Ville, comme on a fait l'Observatoire Royal, afin «
d'avoir un horison découvert du côté du Midi, le plus essen- «
tiel aux Astronomes. «

Que M. *Chazelles,* au contraire, ayant observé dans la «
nouvelle Ville, qui est la partie la plus septentrionale de «
l'ancienne, les différents lieux de leurs observations doivent «
être séparés par toute l'étenduë de cette grande Ville. «

Qu'ainsi, si l'on ne fait pas ces distinctions, les consé- «
quences que l'on tirera des observations de Ptolomée & de «
M. *Chazelles,* supposées faites dans le même endroit, peu- «
vent jetter dans de grandes erreurs. »

Si l'on ajoûte à ces remarques le peu d'exactitude avec laquelle on sçait qu'observoient les Anciens, on conviendra, ce me semble, que les observations faites à Alexandrie, ne prouvent aucunement que la hauteur du Pole ait changé, ou, du moins, que les observations de Ptolomée ne sont pas suffisantes pour décider cette question.

SUR L'ARBRE DU QUINQUINA.

Par M. DE LA CONDAMINE.

29 Mai 1737. Voyage de *Quito à Lima,* par *Loxa.*

MON voyage de *Quito* à *Lima* ayant été jugé nécessaire pour les affaires de la Compagnie, & la saison des pluyes ayant suspendu nos opérations, je partis de *Quito* le 18 Janvier 1737; & des deux chemins de cette Ville à *Lima,* l'un par *Guayaquil,* & l'autre par *Cuença,* je choisis ce dernier, quoique le plus long & le plus pénible, pour avoir occasion de passer par *Loxa,* & d'y observer l'arbre du *Quinquina,* dont nous n'avons eu jusqu'à présent en Europe, qu'une connoissance fort imparfaite. M. *de Jussieu,* notre compagnon de voyage, Docteur en Médecine de la Faculté de Paris & frere des deux Académiciens, chargé plus particuliérement des observations botaniques, me donna en partant, un Mémoire des divers points historiques & physiques, concernant cet arbre, qui méritoient quelque éclaircissement; je me chargeai aussi de lui donner avis de la saison la plus convenable pour placer le voyage qu'il se proposoit de faire à *Loxa,* où non-seulement le *Quinquina,* mais un très-grand nombre de plantes rares & inconnuës, en quoi cette contrée est très-fertile, offrent une riche récolte à la curiosité d'un Botaniste: ce Mémoire m'a servi de guide dans les recherches que j'ai eu occasion de faire, & dont je vais rendre compte.

Situation de *Loxa.* *Garcilass. comm. de los Incas. Tom. II. lib.*

Loxa ou *Loja,* qui se prononce avec une aspiration gutturale familiére à la Langue Espagnole, est une petite Ville fondée par *Mercadillo,* l'un des Capitaines de *Gonçale Pizarre,* en 1546, dans un vallon assés agréable, sur la riviére de *Catamayo;* les deux hauteurs méridiennes du Soleil que j'y ai observées le 3 & le 4 Février 1737, conspirent à la placer par les 4 degrés & presque une minute de latitude méridionale, c'est-à-dire, à près de 70 lieuës plus Sud

que *Quito;* je la juge à peu-près sous le même Méridien, à environ 80 lieuës de la côte du Pérou, & l'élevation de son sol à peu-près moyenne entre celle des montagnes qui forment la grande cordeliére des Andes & les vallées de la Côte: le Mercure que nous avons observé à près de 28 pouces de hauteur au niveau de la mer à *Panama*, à 8 degrés de latitude Nord, à *Manta* par un degré, & au *Callao* port de *Lima*, par 12 degrés de latitude Sud, & sur les plus hautes montagnes accessibles des environs de *Quito*, à 15 pouces, se soûtenoit à *Loxa* le 3 de Février de la présente année 1737, à 21 pouces 8 lignes; d'où on peut conclurre par la comparaison des diverses expériences que nous avons faites à des hauteurs connuës, que le niveau de *Loxa* au-dessus de la mer, est d'environ 800 toises; le climat y est fort doux, & les chaleurs, quoique fort grandes, n'y sont pas excessives.

Le meilleur *Quinquina*, du moins le plus renommé, se recueille sur la montagne de *Cajanuma*, située à deux lieuës & demie environ au Sud de *Loxa*, c'est de-là qu'a été tiré le premier qui fut apporté en Europe; il n'y a pas 15 ans que les Commerçants se munissoient d'un certificat pardevant Notaire, comme quoi le *Quinquina* qu'ils achetoient, étoit de *Cajanuma*. Je me transportai sur cette montagne le 3 Février dernier, & je passai la nuit sur le sommet, à l'habitation d'un homme du pays qui y a élû son domicile, pour être plus à portée des arbres du *Quinquina*, la récolte de leur écorce faisant son occupation ordinaire & son unique commerce; en chemin, sur le lieu & au retour, j'eus le loisir de voir & d'examiner plusieurs de ces arbres, & d'ébaucher sur le lieu même, un dessein d'une branche avec les feuilles, les fleurs & les graines qui s'y rencontrent en même temps dans toutes les saisons de l'année. Je rapportai le lendemain à *Loxa* plusieurs branches fleuries, qui me servirent à mettre au net mon dessein, & à le colorier d'après nature, tel que je le joins à ce Mémoire.

Où se recueille le meilleur *Quinquina*.

On distingue communément trois espéces de *Quinquina*, quoique quelques-uns en comptent jusqu'à quatre; le blanc,

Trois espéces de *Quinquina*.

Le rouge

Le jaune.

le jaune & le rouge : on m'avoit dit à *Loxa* que ces trois espéces n'étoient différentes que par leur vertu, le blanc n'en ayant presque aucune, & le rouge l'emportant sur le jaune, & que du reste les arbres des trois espéces ne différoient pas essentiellement; mais mon hôte de *Cajanuma*, qui passe sa vie dans cette montagne à dépouiller ces arbres, m'a assûré, ce qui m'a depuis été confirmé par le témoignage des gens les mieux instruits, que le jaune & le rouge n'ont aucune différence remarquable dans la fleur, dans la feuille, dans le fruit, ni même dans l'écorce extérieurement; qu'enfin on ne distingue pas à l'œil l'un de l'autre par dehors, & que ce n'est qu'en y mettant le couteau qu'on reconnoît le jaune à son écorce moins haute en couleur & plus tendre : du reste, le rouge & le jaune croissent à côté l'un de l'autre, & on recueille indifféremment leur écorce; quoique le préjugé soit pour la rouge, en se séchant, la différence devient encore plus legére; l'une & l'autre écorce est également brune en dessus, & c'est la marque qui passe pour la plus sûre de la bonté du *Quinquina*, c'est ce que les Marchands Espagnols expriment par *Envez prieta:* on demande de plus qu'elle soit rude par-dessus, avec des brisures, & cassante.

Le blanc.

Quant au *Quinquina* blanc, ce même homme m'a assûré que sa feuille étoit plus ronde, moins lisse que celle des deux autres, & même un peu rude; sa fleur est aussi plus blanche, sa graine plus grosse, & son écorce extérieurement blancheâtre. Il croît ordinairement sur le plus haut de la Montagne, & on ne le trouve jamais confondu avec le jaune & le rouge, qui croissent plus ordinairement à mi-côte dans les creux & les gorges, & plus particuliérement dans les endroits les plus couverts. Il reste à sçavoir si la variété qu'on y remarque, ne provient pas seulement de la différence du terroir & du plus grand froid auquel il est exposé; cela s'accorderoit assés avec ce qu'on m'a assûré, que le *Quinquina* qui croît dans les lieux les plus chauds, a le plus de vertu.

Où croît l'Arbre de *Quinquina*.

Le peu de séjour que j'ai fait à *Loxa* ne m'a pas permis d'examiner par moi-même ces distinctions de couleur, de

vertu & de diverſité d'eſpéces; cet examen eût demandé du temps, des expériences, & de plus, l'œil d'un Botaniſte, ce n'eſt que du voyage de M. *de Juſſieu* qu'on peut eſpérer ces éclairciſſements.

L'arbre du *Quinquina* ne ſe trouve jamais dans les plaines, il pouſſe droit & ſe diſtingue de loin d'un côté à l'autre, ſon ſommet s'élevant au-deſſus des arbres voiſins, dont il eſt entouré; car on ne trouve point les arbres du *Quinquina* raſſemblés par touffes, mais épars & iſolés entre des arbres d'autres eſpéces; ils deviennent fort gros quand on leur laiſſe prendre leur croiſſance, il y en a de plus gros que le corps d'un homme, les moyens ont 8 à 9 pouces de diametre; mais il eſt rare d'en trouver aujourd'hui de cette groſſeur ſur la montagne qui a fourni le premier *Quinquina*, les arbres dont on a tiré les premiéres écorces, qui étoient fort gros, ſont tous morts aujourd'hui, ayant été entiérement dépouillés, ce qui fait infailliblement mourir les vieux: on a reconnu par expérience, que quelques-uns des jeunes meurent auſſi après avoir été dépouillés, mais non le plus grand nombre. On ſe ſert pour cette opération, d'un couteau ordinaire dont on tient la lame à deux mains, l'ouvrier entame l'écorce à la plus grande hauteur où il peut atteindre, & peſant deſſus il le conduit le plus bas qu'il peut. Il ne paroît pas que les arbres qu'on a trouvés aux environs du lieu où étoient les premiers, dûſſent avoir moins de vertu que les anciens, la ſituation & le terroir étant les mêmes, la différence, ſi elle n'eſt pas accidentelle, peut venir ſeulement du différent âge des arbres. La grande conſommation qui en a été faite, eſt cauſe qu'on n'en trouve preſque plus aujourd'hui que de jeunes. Je n'en ai guéres vû de plus gros que le bras, ni plus haut que de 12 à 15 pieds, ceux qu'on coupe jeunes repouſſent du pied.

Son port & ſa groſſeur.

Comment on le dépouille.

On m'a dit à *Loxa* qu'anciennement on préféroit les plus groſſes écorces, qu'on mettoit à part avec ſoin comme les plus précieuſes, aujourd'hui on demande les plus fines par préférence. On pourroit penſer que les Marchands y trouvent

Différence des écorces.

leur compte, en ce que les plus fines se compriment mieux & occupent moins de volume dans les sacs & coffres de cuir où on les entasse à demi-broyées. Mais un Directeur de la Compagnie Angloise de la mer du Sud à *Panama*, par où tout le *Quinquina* qui va en Europe passe nécessairement, m'a assûré, que la préférence qu'on donne aujourd'hui aux écorces les plus fines, est avec connoissance de cause, & en conséquence des analyses chymiques & des expériences qui ont été faites en Angleterre sur l'une & l'autre écorce; il y a beaucoup d'apparence que la difficulté de sécher parfaitement les grosses écorces, & l'impression de l'humidité qu'elles contractent aisément & conservent long-temps, a contribué à les décréditer. Le préjugé ordinaire est, que pour ne rien perdre de sa vertu, l'arbre doit être dépouillé dans le décours de la Lune & du côté du Levant, & on n'obmit pas de prendre acte pardevant Notaire, de ces circonstances, en 1735, aussi-bien que de ce qu'il avoit été recueilli sur la montagne de *Cajanuma*, quand le dernier Vice-Roi du Pérou le Marquis de *Castel-fuerte*, fit venir une provision de *Quinquina* de *Loxa* pour porter en Espagne à son retour.

Le S.r Thomas Blechynden.

Quel temps est le plus propre à sa récolte.

L'intérêt de ne pas rester oisifs les trois quarts de l'année, a fait revenir de ce préjugé la plûpart de ceux qui s'occupoient à cette récolte, tel que mon hôte de *Cajanuma*, qui m'a assuré que toutes les saisons de l'année y étoient également propres quand il faisoit sec; que l'écorce après avoir été ôtée, doit être exposée au Soleil plusieurs jours, & ne doit être emballée pour se bien conserver, que lorsqu'elle a perdu toute son humidité, & que cette seule circonstance est essentielle, ce qui paroît fort vrai-semblable: lorsqu'on en fait le triage avant que de l'emballer, on en trouve souvent de moisie, faute de cette précaution, & alors les Marchands aiment souvent mieux s'en prendre à la Lune, qu'à la négligence de ceux qui ne l'ont pas fait sécher avec soin. Je ne m'arrêterai point à faire une description plus détaillée de l'écorce assés connuë en Europe.

Ses feuilles.

Les feuilles sont portées sur une queuë d'environ demi-

pouce de longueur, elles ſont liſſes & d'un beau verd, plus foncé en leur partie ſupérieure & plus clair en-deſſous, leur contour eſt uni & en forme de fer de lance, arrondi par le bas & ſe terminant en pointe : elles ont dans leur meſure moyenne un pouce & demi ou deux pouces de large, ſur deux & demi à trois pouces de long ; elles ſont traverſées dans leur longueur, d'une côte arrondie par-deſſous, & d'un rouge foncé & brillant, ſur-tout dans la moitié voiſine de la queuë ; cette couleur ſe communique ſouvent à la feuille entiére dans ſa maturité : les principales nervûres ſont alternes & paralleles à trois ou quatre lignes d'intervalle les unes des autres, elles forment avec la côte du milieu, des angles plus aigus que le demi-droit, & ſe terminent en s'arrondiſſant parallelement au bord de la feuille. Quelques gens du pays prétendent que la feuille de l'excellent *Quinquina* de la meilleure eſpéce, eſt moins liſſe & même un peu cotoneuſe, je n'en ai point vû de telles.

Chaque rameau du ſommet de l'arbre finit par un ou pluſieurs bouquets de fleurs, qui reſſemblent, avant que d'être écloſes, par leur figure & leur couleur bleu-cendré, à celles de la Lavande ; les boutons en s'ouvrant changent de couleur ; le pédicule commun qui ſoûtient un des bouquets, naît aux aiſſelles des feuilles & ſe diviſe en pluſieurs pédicules plus petits, leſquels ſe terminent chacun par un calice découpé en cinq parties, & chargé d'une fleur de la même grandeur & de la même forme à peu-près que la fleur de la Jacinte ; c'eſt un tuyau long de ſept à neuf lignes, évaſé en roſette taillée ordinairement en cinq & quelquefois en ſix quartiers ; ceux-ci ſont intérieurement d'un beau rouge de carmin vif & foncé au milieu, & plus pâle vers les bords, & leur contour ſe termine par un liſeré blanc en dents de ſcie, qu'on n'apperçoit qu'en y regardant de près ; du fond du tuyau ſort un piſtile blanc chargé d'une tête verte & oblongue, qui s'éleve au niveau des quartiers, & eſt entouré de cinq étamines qui ſoûtiennent des ſommets d'un jaune pâle, & demeurent cachées au-dedans, ce tuyau eſt par-dehors Ses fleurs.

d'un rouge ſale & couvert d'un duvet blancheâtre.

Son fruit. La fleur étant paſſée, le calice ſe renfle dans ſon milieu en forme d'olive, il groſſit & ſe change en un fruit à deux loges, il devient plus court & plus rond en ſe ſéchant, & s'ouvre enfin de bas en haut en deux demi-coques ſéparées par une cloiſon & doublées d'une pellicule jaunâtre, liſſe & mince, d'où il s'échappe preſqu'auſſi-tôt des ſemences rouſſeâtres applaties & comme feuilletées, dont pluſieurs n'ont pas demi-ligne de diametre, très-minces vers les bords & plus épaiſſes vers le milieu, qui eſt d'une couleur plus foncée & contient la plantule dans ſon épaiſſeur entre deux pellicules; ces ſemences qui m'ont paru reſſembler en petit à celles de l'Orme, ſont attachées & diſpoſées en maniére d'écaille, ſur un placenta oblong & aigu par ſes deux extrémités; ce placenta tient de chaque côté à la cloiſon mitoyenne, il a la forme à peu-près d'un grain d'avoine, mais plus long & plus mince, applati, avec une cannelûre ſelon ſa longueur du côté qui joint la cloiſon, & rond avec quelques aſpérités du côté oppoſé.

Sa ſemence.

Il eſt fort difficile de ſaiſir ces ſemences ſur l'arbre même dans une parfaite maturité, en meuriſſant elles ſe ſéchent, & l'agitation du vent les fait tomber; en ſorte qu'on ne trouve jamais ſur la branche, que le fruit noüé, mais encore vert auſſi-tôt après la chûte de la fleur, ou des capſules ſéches & vuides.

On peut aiſément reconnoître par cette deſcription, combien ont été mal informés les premiers Auteurs qui ont écrit ſur le *Quinquina*, & en particulier *Sebaſtien Badus* Médecin Génois, dans ſon Traité intitulé *Anaſtaſis Corticis Peruviani ſeu Chinæ Chinæ defenſio.*

Hiſtoire de la découverte du *Quinquina.* L'uſage du *Quinquina* étoit connu des Américains avant qu'il le fût des Eſpagnols; & ſuivant la lettre manuſcrite d'*Antoine Bollus* Marchand Génois qui avoit commercé ſur le lieu, citée par *Sebaſtien Badus,* * les Naturels du pays ont long-temps caché ce ſpécifique aux Eſpagnols, ce qui eſt très-croyable, vû l'antipathie qu'ils ont encore aujourd'hui pour

* *Lib. 1. cap. 1.*

pour leurs conquérants. Quant à leur maniére d'en faire usage, on dit qu'ils faisoient infuser dans l'eau pendant un jour, l'écorce broyée, & donnoient la liqueur à boire au malade sans le marc.

Selon une ancienne tradition dont je ne garantis pas la vérité, les Américains dûrent la découverte de ce reméde aux Lions, que quelques Naturalistes prétendent être sujets à une espéce de fiévre intermittente. On dit que les gens du pays ayant remarqué que ces animaux mangeoient l'écorce du *Quinquina*, en userent dans les fiévres d'accès, assés communes dans cette contrée, & reconnurent sa vertu salutaire: je remarquerai en passant, que les Lions d'Amérique sont beaucoup plus petits & tout différents de ceux d'Afrique; pour les Tigres, j'en ai vû en Amérique de très-grands, qui ne paroissent différer en rien des Tigres Africains.

Les vertus de l'écorce du *Quinquina*, quoique parvenuës à la connoissance des Espagnols de *Loxa*, & reçonnuës & éprouvées dans tout ce canton, ainsi qu'il est constant par divers témoignages *, furent long-temps ignorées du reste du monde; & l'efficacité de ce reméde n'acquit quelque célébrité, qu'à l'occasion d'une fiévre tierce opiniâtre, dont la *Comtesse de Chinchon* Vice-Reine du Pérou, ne pouvoit guérir depuis plusieurs mois. *Sebastien Badus* rapporte le fait (*lib. I. cap. II.*) sans la date, se contentant de dire, qu'il pouvoit y avoir 30 ou 40 ans dans le temps qu'il écrivoit.

J'ai découvert cette époque, comme je le dirai ensuite; & ce fut en 1638, un an avant la fin de la Vice-Royauté du Comte de *Chinchon*, qui acheva son gouvernement le 17 Décembre 1639, que ce remede, presque l'unique à qui on puisse donner avec raison le nom de spécifique, sortit de son obscurité, le trait d'histoire est d'ailleurs assés connu, je le rappellerai cependant ici avec quelques circonstances nouvelles. Le *Corregidor* de *Loxa*, créature du Comte de *Chinchou*, informé de l'opiniâtreté de la fiévre de la Vice-Reine, qu'aucun remede ne pouvoit dompter, envoya au Vice-Roi son patron, de l'écorce de *Quinquina*, en l'assûrant par écrit qu'il

* Entr'autres D. *Joseph Fausto de la Cueva*, natif de *Loxa*, où il a exercé divers emplois, mort en 1718, âgé de 76 ans, a dit à D. *Andrés de Munibe* Official de l'Archevesché de *Lima*, de qui je l'ai appris, que lorsque son pere étoit venu d'Europe, & avant que le *Quinquina* fût connu à *Lima*, ce remede étoit d'un usage commun à *Loxa*.

répondoit de la guérison de la Comtesse, si on lui donnoit ce fébrifuge; le *Corregidor* fut aussi-tôt appellé à *Lima*, pour régler lui-même la dose & la préparation; & après quelques expériences faites avec succès sur d'autres malades, la Vice-Reine prit le reméde & guérit. Aussi-tôt elle fit venir de *Loxa* une quantité de la même écorce. (*Badus* ajoûte que ce fut à la sollicitation de la Ville de *Lima*, qui lui fit à ce sujet une députation.) Quoi qu'il en soit, elle distribuoit elle-même le remede à tous ceux qui en avoient besoin, & il commença alors à être connu sous le nom de *Poudre de la Comtesse*. Quelques mois après elle se débarassa de ce soin, en remettant ce qui lui en restoit aux RR. PP. *Jésuites*, qui continuérent à le débiter gratis, & il prit alors le nom de *Poudre des Jésuites*, qu'il a long-temps porté en Amérique & en Europe. Peu de temps après les *Jésuites* de *Lima* en envoyérent par l'occasion du Procureur Général de sa province du Pérou qui passoit à Rome, une quantité au *Cardinal* de *Lugo* de la même Société, au Palais duquel ils le distribuérent d'abord, & ensuite à l'Apoticairerie du Collége Romain, avec le même succès qu'à *Lima*, & sous le même nom, ou sous celui de *Poudre du Cardinal*, gratis aux pauvres, & au poids de l'argent aux autres pour payer les frais du transport, ce qui continuoit encore à la fin de l'autre siécle; on ajoûte que ce même Procureur de la Société passant par la France pour se rendre à Rome, guérit de la fiévre avec le *Quinquina*, le feu Roi *Louis XIV*. alors Dauphin.

Discredit du *Quinquina* de *Loxa*, & sa cause.

En 1640, le Comte & la Comtesse de *Chinchon* étant retournés en Espagne, leur Médecin le Docteur *Juan de Vega* qui les y avoit suivi & qui avoit apporté une provision de *Quinquina*, le vendoit à *Séville* à cent réaux la livre; il continua d'avoir le même débit & la même réputation, jusqu'à ce que les arbres de *Quinquina* non dépouillés étant devenus rares, quelques habitants de *Loxa* poussés par l'avidité du gain, & n'ayant pas de quoi fournir les quantités qu'on demandoit d'Europe, mêlerent différentes écorces dans les envois qu'ils firent aux foires de *Panama* dans le temps des Gallions; ce

qui ayant été reconnu, le *Quinquina* de *Loxa* tomba dans un tel discredit, qu'on ne vouloit plus donner seulement une demi-piastre * de la livre, dont on donnoit auparavant 4 & 6 piastres à *Panama* & 12 à *Séville*.

* La piastre vaut 8 reaux, & répond à 5 livres quelque fois de notre monnoye d'aujourd'hui.

En 1690, plusieurs milliers pesant resterent à *Piura* & sur la plage de *Payta*, qui est le port le plus voisin de *Loxa*, sans que personne voulût les embarquer, ce qui a commencé la ruine de *Loxa*, ce lieu étant aujourd'hui aussi pauvre qu'il a été autrefois opulent dans le temps que son commerce florissoit.

Ecorces étrangéres mêlées avec le *Quinquina*.

Entre les diverses écorces qu'on a souvent mêlées avec celles du *Quinquina*, & qu'on y mêle encore quelquefois pour en augmenter le poids & le volume, une des principales est celle d'*Alizier*, qui a le goût plus stiptique & la couleur plus rouge en dedans & plus blanche en dehors; mais celle qui est le plus propre à tromper par sa ressemblance avec la véritable, est une écorce appellée *Cucharilla* d'un arbre commun dans le pays, qui n'a d'autre ressemblance avec le *Quinquina* que par son écorce, on la distingue cependant & les connoisseurs ne s'y laissent pas tromper; il y a tout lieu de croire que cette écorce de la *Cucharilla*, est celle que nous connoissons sous le nom de *Chacril*. Depuis quelques années pour prévenir cette fraude, on a la précaution qu'on négligeoit autrefois, de visiter chaque ballot en particulier, & à *Payta* où s'embarque pour *Panama* la plus grande partie du *Quinquina* qui passe en Europe, aucun ballot s'il ne vient d'une main bien sûre, ne s'embarque sans être visité, c'est de quoi j'ai été témoin à *Payta*. Il faut avouer néantmoins que malgré cette précaution, les acheteurs, qui, la plûpart & le plus souvent ne s'y connoissent pas, & qui, jamais ou presque jamais ne vont à *Loxa* même faire leurs emplettes, sont dans la nécessité de s'en rapporter à la bonne foi des vendeurs de *Payta* ou de *Guayaquil*, qui, souvent ne le tiennent pas de la premiére main & ne s'y connoissent pas mieux. De sages réglements pour assûrer la bonne foi d'un commerce unique & si utile à la conservation du genre humain, ne feroient pas

Mémoires de l'Académie R. des Sci. 1719.

un objet indigne de l'attention de *Sa Majesté Catholique.*

Autres lieux où se trouve le *Quinquina.*

On trouve tous les jours sur la même montagne de *Cajanuma* près de *Loxa*, & aux environs dans la même chaîne de montagnes, de nouveaux arbres de *Quinquina*, tels sont ceux d'*Ayavaca*, distante de *Loxa* d'environ 30 lieuës vers le Sud-oüest; ce *Quinquina* est en bonne réputation & il s'en est beaucoup vendu depuis quelques années, ceux qui s'appliquent à ce commerce & qui découvrent quelque nouveau canton où ces arbres abondent, sont fort soigneux de ne le pas publier. On a aussi découvert l'arbre du *Quinquina* en différents endroits assés distants de *Loxa*, comme aux environs de *Rio Bamba*, à peu-près 40 lieuës au Nord de *Loxa*, aux environs de *Cuença*, un degré plus Nord que *Loxa* & un peu plus à l'Est; & enfin dans les montagnes de *Jaën*, à 50 ou 60 lieuës au Sud-est de *Loxa*. Depuis quelques années il a passé de ce dernier en Europe, mais soit qu'il ait été reconnu moins efficace, ou que ce soit un effet de la prévention, il a mauvais renom à *Panama*, où il suffit de sçavoir que la *Cascarilla* a été embarquée au port de *Cherepe* qui est la route ordinaire de ce *Quinquina* de *Jaën*, pour qu'on ne puisse en trouver le débit: on dit que tout le *Quinquina* de *Jaën* est de l'espéce du blanc, dont on a parlé plus haut.

Usage du *Quinquina* dans les teintures.

La quantité de *Quinquina* qui passe tous les ans en Europe, a persuadé dans tout le Pérou qu'on s'en servoit en Europe pour les teintures; & soit qu'on en ait fait autrefois quelqu'essay ou non, le préjugé est ancien, puisque dès le temps qu'il fut décrié par la fraude de ceux de *Loxa*, on dit que les Marchands d'Europe se plaignirent qu'on ne lui avoit trouvé ni la même efficacité contre les fiévres, ni pour les teintures. L'homme chés qui j'ai passé une nuit sur la montagne de *Cajanuma*, m'a dit qu'il avoit teint quelques mouchoirs de couleur de musc, en les laissant tremper trois jours dans l'infusion de cette écorce, mais qu'on ne l'employoit pas d'ordinaire dans le pays à cet usage.

Du nom de *Quinquina.*

Le nom de *Quinquina* est Américain, mais l'écorce qui porte ce nom en Europe, n'est connuë au Pérou ni à *Loxa*

même, que sous le nom de *Corteza* ou *Cascara* de *Loxa*, ou plus ordinairement *Cascarilla*, écorce de *Loxa* ou petite écorce; le nom de *Poudre des Jésuites*, non plus que celui de *Bois des fiévres*, *Palo de calenturas*, ne sont plus aujourd'hui en usage; mais il y a un autre arbre fort célébre & connu dans diverses provinces de l'Amérique méridionale, sous le nom de *Quina Quina*, & dans la province de *Maynas* sur les bords du *Maranon*, sous le nom de *Tatché*; de cet arbre distile par incision une résine odorante, les semences appellées par les Espagnols, *Pepitas de Quina Quina*, ont la forme de féves ou d'amandes plattes, & sont renfermées dans une espéce de feuille doublée, elles contiennent aussi entre l'amande & l'enveloppe extérieure, un peu de cette même résine qui distile de l'arbre, leur principal usage est pour faire des fumigations qu'on prétend salutaires & confortatives, mais qui ont été en bien plus grand crédit qu'elles ne sont aujourd'hui; j'ai déja envoyé en France quelques-unes de ces semences par une autre occasion, & j'en joindrai aussi quelques-unes à ce Mémoire.

Autre arbre qui porte ce nom.

Il y a dans le Convent de *S. François* de *Tarixa* dans la province de *Charcas*, une Croix de 15 pieds de haut de ce bois de *Quina Quina*, avec trois clous de la même matiére, placés aux bras & aux pieds de la Croix. Elle fut trouvée en 1616 par les premiers Missionnaires, suivant la relation du P. *Mendoza* * Franciscain.

Le P. *Calancha* Augustinien dans sa Chronique **, prétend qu'elle a été plantée de la main même de l'Apôtre *S. Thomas*; cet arbre croît en abondance en diverses provinces du haut Pérou, comme aux environs de *Chuquizaca* ou *la Plata de Tarija de Misque, de la Paz*, &c. & a reçû des Missionnaires les noms d'*arbre de la Croix*, des *clous* & des *playes de Notre-Seigneur*. Les Naturels du pays forment de la gomme résine ou baume de cet arbre, des rouleaux ou masses qu'ils vont vendre au *Potosi* & à *Chuquizaca*, où ils servent non-seulement à parfumer, mais à divers autres usages de médecine, tantôt sous la forme d'emplâtre, tantôt

* *Chron. de S. Ant. de Charcas S^t. Franc. l. 6. cap. 21. pag. 121. col. 2.*

** *Chron. Aug. Peruv. Tom. I. lib. 2. cap. 3. p. 222. col. 1.*

sous celle d'une huile composée qu'on en tire ; & enfin sans aucune préparation, en portant ces bois à la main & les maniant sans cesse, pour aider à la transpiration, fortifier les nerfs, & rétablir le mouvement des jointures dans les gouteux, de quoi on rapporte divers exemples. Les Turcs font précisément le même usage du *Labdanum:* il reste à sçavoir maintenant, comment & pourquoi l'écorce de *Loxa* a reçû en Europe & dans tout le reste du monde, hors dans le lieu de son origine, le nom de *Quinquina*.

Contre la fievre.

Parmi les différentes vertus qu'on attribuë à l'arbre balsamique dont nous venons de parler, & nommé de tout temps *Quina Quina* par les Naturels & depuis par les Espagnols, la plus considérable est celle de son écorce, qui passoit pour un excellent fébrifuge. Avant la découverte de l'arbre de *Loxa* cet autre étoit en grande réputation pour guérir les fiévres tierces, & les *Jésuites de la Paz* ou *Chuquiabo* recueilloient avec grand soin son écorce, qui est extrémement amére, & étoient dans l'usage de l'envoyer à *Rome* où elle se distribuoit sous son vrai nom de *Quina Quina,* & servoit contre les fiévres intermittentes. L'écorce de *Loxa* ayant passé en Europe & à *Rome* par la même voye, le nouveau fébrifuge a été confondu avec l'ancien, & celui de *Loxa* ayant prévalu, il a retenu le nom du premier, qui est aujourd'hui presqu'entiérement oublié; le nom de *Cascarilla* ou de petite écorce, donné à celle de *Loxa,* semble aussi avoir été imposé pour la distinguer d'une autre, qui étoit sans doute celle de l'ancien fébrifuge.

Son nom passe à l'écorce de Loxa.

Badus a confondu les deux arbres faute d'avoir eu connoissance de l'ancien, ce qui fait qu'il ne peut concilier le témoignage de son Auteur Génois avec d'autres relations. *Præter corticem,* dit Badus, *sunt qui dicunt inesse eamdem virtutem, fugandis febribus semini arboris illius, quod patrio sermone seu Hispano dicunt Pipitas de Quina; estque simile, aiunt, semini Cucurbitæ .... non convenit cum eis Bollus, qui ait arborem sponte suâ nasci, negatque insuper inesse ei fructus ullos .... Addit idem Bardi, resinam quoque inesse arbori seu cortici, nescio an sit supparis virtutis cum cortice & illo semine.* Bad. Anast. Cort. Per. cap. 1.

A *Loxa* & à *Lima* j'ai tiré très-peu de lumiére des gens du pays, même des plus anciens, sur ce qui regarde l'histoire de la découverte du *Quinquina*, je dois la plûpart des éclaircissements historiques précédents, à un Manuscrit Espagnol presqu'entiérement oublié & égaré dans l'Apoticairerie du Collége des *Jésuites* de *S. Paul* de *Lima*, qui m'a été indiqué par le R. P. *Bertrand Herbert Jésuite* François en cette même Ville; ce Manuscrit dont le titre & l'avertissement seulement sont en Latin, est intitulé, *De Cortice Quinæ Quinæ & de Loxa, etsi diversorum arborum uniformis virtutis.* Il paroît par une citation dans le corps de l'ouvrage, que l'Auteur écrivoit en 1696, & la fin est datée de 1699, son Auteur est le Docteur *Dom Diego de Herrera*, mort en 1712 ou 13, âgé de près de 100 ans, du commun aveu de ceux qui l'ont connu; ainsi, cet Ecrivain contemporain qui avoit couru tout le Pérou, comme il l'assûre en divers endroits de l'ouvrage, peut passer pour témoin oculaire de la plûpart des faits qu'il rapporte. Ce Manuscrit, selon le témoignage de l'Auteur, faisoit partie d'un plus grand ouvrage, n'étant que le 4.me chapitre plus étendu du 3.me Livre des Plantes & autres matiéres médicinales du Pérou. L'ouvrage entier divisé en quatre Livres, étoit intitulé, *Circa materias Peruanas, scilicet de thermis, de aquis, de morbis endemiis regionalibus, &c.* Je n'en ai pu découvrir à *Lima* aucun vestige.

Manuscrit Espagnol sur les matieres du Perou.

Quant à l'étymologie du nom *Quina Quina*, ce même Auteur en propose une peu vrai-semblable, donnant à entendre que les semences de l'arbre balsamique ainsi appellé, peuvent avoir reçû ce nom de la ressemblance qu'elles ont avec des playes ouvertes, telles qu'elles sont réprésentées dans l'Eusson de Portugal au nombre de cinq, sous le nom de *Quinas*. Cette origine paroît non-seulement forcée, mais ne peut s'accorder avec un fait avéré & dont l'Auteur même convient, qui est, que le nom de *Quina* est de l'ancienne Langue du Pérou; cependant aucun de ceux que j'ai consultés à *Lima* & ailleurs, les plus versés dans cette Langue, n'a pu me dire ce que signifioit en cet idiome, le mot *Quina*. J'ai trouvé

Etymologie du nom de Quinquina.

dans un ancien Dictionnaire de la Langue *Quichoa*, c'est ainsi qu'on nomme celle des anciens *Pérouans*, du temps des *Ingas*, imprimé à *Lima* en 1614, le mot *Quina ai* aujourd'hui hors d'usage & inconnu des Naturels mêmes du pays, dont la Langue s'est fort alterée par le mêlange de l'Espagnol, ce mot est traduit dans le Dictionnaire par le mot Espagnol *Mantelilla India*, espéce de mante ou de cape dont s'enveloppoient les Naturels. Comme la Langue *Quichoa* est fort peu abondante en termes, & que pour suppléer à cette disette elle n'a gueres de mot dont la signification ne s'étende par métaphore à diverses autres, on peut présumer avec assés de vrai-semblance, que *Quina ai*, qui s'entendoit ordinairement d'un manteau, pouvoit aussi signifier écorce quand il étoit question d'un arbre, ou du moins, avoir eu anciennement cette signification; je compte pour rien la petite différence dans la terminaison si ordinaire aux mots qui passent d'une Langue à une autre; si cette étymologie est goûtée, il n'y aura plus de difficulté dans la répétition de *Quina Quina*, cette sorte de réduplication étant fort familiére à la Langue en question, & particuliérement dans les noms de Plante; c'est ainsi qu'ils en nomment diverses autres par des noms ainsi redoublés, comme *Vira Vira, Pinco Pinco, Saya Saya, Moco Moco*, donnant à entendre par ce redoublement une plus grande vertu, ou une plus grande efficacité dans la Plante. Supposé donc que *Quina* signifiât écorce en Indien, *Quina Quina* voudroit dire l'écorce par excellence, ou l'écorce des écorces.

Il arrive au *Quinquina* ce qui arrive à presque tous les remedes communs & de peu de valeur, dans les pays où ils naissent & où on les trouve, pour ainsi dire, sous la main. On en fait au Pérou, généralement parlant, peu de cas & peu d'usage: on le craint & on en use peu à *Lima*, beaucoup moins à *Quito*, & presque point à *Loxa*. J'en ai donné quelques prises que j'avois apportées de France à un Créole Espagnol, qui avoit depuis plusieurs mois la fiévre, à *Puerto-Viejo*, & je ne trouvai alors en cette Ville distante de *Loxa* de soixante & quelques lieuës, & voisine de *Guayaquil*, où il se fait

fait un grand commerce de *Quinquina,* aucun habitant qui eût jamais entendu parler de ce remede voisin & si célébre dans tout le reste du monde.

La figure de la semence du *Quinquina,* que j'ai jointe à mon Mémoire, est telle que je l'ai dessinée d'après nature, sur le lieu & le jour même que je rapportai à *Loxa* plusieurs branches de l'arbre cueillies sur la montagne voisine où il croît, avec ses feuilles, ses fleurs & son fruit. J'ai remarqué dans le Mémoire, qu'il étoit très-difficile de saisir ces semences sur l'arbre même dans une parfaite maturité, parce qu'elles se séchoient en meurissant, & s'échappoient de leurs capsules, c'est ce qui m'a obligé de tirer les graines que j'ai dessinées, des coques qui n'étoient pas encore parfaitement meures; celles que j'emportai à *Lima* ayant été mouillées en chemin & s'étant depuis séchées extrémement, je les mis dans l'eau pour les faire renfler quand je copiai mon premier dessein pour l'envoyer à l'Académie, & je n'y remarquai aucune différence, comme on peut s'en convaincre, en comparant celles que j'envoyai en France avec le dessein. *Quito* 15 Juin 1738.

Depuis mon retour à *Quito,* j'ai eu occasion de faire venir de nouvelles graines de *Loxa,* dans la vûë d'essayer si elles leveroient à *Quito,* sur quoi j'ai fait différentes tentatives qui ne m'ont pas réussi.

Je reconnois qu'il ne m'appartient pas d'aller plus loin sur cette matiére, & je me contente d'avoir mis, comme je l'espére, par mes premiéres recherches & par les éclaircissements, M.rs les Botanistes en état d'établir le genre, l'espéce, & les caractéres d'un arbre jusques ici aussi peu connu des Naturalistes, que les vertus de son écorce sont célébres par tout le monde, on peut même dire qu'il manque d'un nom propre, puisque celui de *Quina Quina,* qu'il porte seulement en Europe, est le nom d'un autre arbre transporté à celui-ci par équivoque, comme je l'ai prouvé dans mon Mémoire, & que dans le pays où il croît & dans

toute l'Amérique méridionale, il n'est connu que sous celui de l'arbre de la petite écorce, *arbol de la Cascarilla*.

Depuis mon retour à *Quito*, le Controlleur des doüanes de *Payta* m'a envoyé cinq échantillons de *Quinquina*, l'un de *Loxa*, & les autres, de divers autres endroits; entr'autres, de deux où le *Quinquina* a été tout récemment découvert, j'en ai remis une moitié à M. *de Jussieu*, qui en a fait plusieurs expériences avec succès à *Quito*, en n'oubliant pas la précaution ici nécessaire de cacher le nom d'un remede presqu'entiérement décrédité dans sa patrie, & craint de la plûpart des malades; j'ai envoyé l'autre moitié à l'Académie, avec les noms des territoires où croissent les diverses espéces.

EXPLICATION DES FIGURES.

PLANCHE I.

A. Dessein d'une branche de l'arbre du *Quinquina*, avec ses feuilles, ses fleurs & ses fruits, en leurs divers états.

BBB. Fleurs du *Quinquina* sous divers aspects.

B. Fleur singuliére à six découpûres.

b. Fleur que l'on a déchirée pour faire voir le pistile & les étamines.

CCC. Boutons qui ne sont pas encore éclos.

DDD. Fruits du *Quinquina* en différents états avant leur parfaite maturité.

DDD. Les mêmes ouverts & dont les graines sont tombées.

E. Feuille vûë par dedans. *E.* Feuille vûë par dehors.

PLANCHE II.

F. Feuille calquée sur le naturel, pour mieux distinguer le contour & les nervûres.

G. Fruit détaché, prêt à s'ouvrir.

H. Demi-coque dont on a tiré le placenta & les graines; on y voit les débris de sa cloison.

I. Placenta couvert de ses graines, vû par sa partie convexe, qui est appliquée à la partie concave de la demi-coque *H.*

J. Le même, vû par sa partie platte ou intérieure, appliquée à la cloison qui partage le fruit.

i j. Le même placenta desséché, vû par-dessus & par-dessous.

l. Une des graines dont le placenta est garni.

L. La même, vûë à la Loupe.

M. Demi-coque ouverte après que les graines sont tombées naturellement, avec sa pellicule intérieure.

N N. Cette même pellicule qui tapisse intérieurement la demi-coque *M*, vûë par sa partie concave & par sa partie convexe.

O O. Le placenta desséché & renflé dans l'eau, vû par-dessus & par-dessous.

P. Etamine vûë à la Loupe, *a* par la face antérieure, *b* par la face postérieure à laquelle s'insere le filet.

Q. Fleur épanoüie, représentée de grandeur naturelle.

R. Le pétale ouvert selon sa longueur, pour montrer la naissance des étamines, leur nombre & leur situation.

S. Pistile détaché & séparé du pétale; *a* l'ovaire; *b* le calice qui couronne l'ovaire; *c* le stile; *d* le bout du stile partagé en deux lobes.

Il est bon d'avertir que dans la description des fleurs du Quinquina, *leur calice n'ayant pas été suffisamment décrit, & le bout de leur stile étant désigné comme simplement obtus, ces deux petites fautes n'ont pu mieux être réformées que par des figures exactes de la fleur & des parties qui la composent, où l'on s'appercevra que le calice forme sur la tête de l'ovaire un tuyau court, dont l'extrémité supérieure est à cinq pointes, & que le bout du stile, au lieu d'être simple, se divise en deux lobes.*

SUR LES EQUATIONS DU TROISIÉME DEGRÉ.

Par M. NICOLE.

20 Août 1738.

LE Mémoire que je lûs il y a peu de temps ſur cette matiére, & qui eſt imprimé dans ce Volume, *page 97*, contenoit la maniére de réduire à des quantités réelles, l'expreſſion algébrique d'une des trois Racines dont une Equation du 3.me degré eſt compoſée, & cela, dans le cas où les trois Racines de cette Equation ſont toutes trois réelles, inégales, & incommenſurables, qui eſt ce que l'on a toûjours appellé le *Cas irréductible*.

Mais quoique j'euſſe fait cette réduction en quantités réelles, je n'étois parvenu qu'à une expreſſion algébrique, qui contenoit une ſuite compoſée d'une infinité de termes.

Depuis ce temps, en examinant de nouveau cette matiére, je me ſuis apperçû d'une propriété ſinguliére des Equations du 3.me degré dans tous les cas, c'eſt que de toute Equation du 3.me degré, il en réſulte toûjours trois autres auſſi du 3.me degré, qui ont chacune une des Racines de la premiére Equation. Ces trois Equations, ainſi que la premiére, n'ont point de ſecond terme; les coëfficients du 3.me terme de ces trois Equations, ſont pour chacune, un des quarrés des trois différences des trois Racines de la premiére Equation; & le coëfficient du 4.me terme de chacune de ces trois Equations, eſt le quadruple du coëfficient du 4.me terme de la premiére.

Ces quatre Equations ſervent de formules générales qui fourniſſent chacune une infinité d'Equations particuliéres, leſquelles ſe décompoſent en trois Racines, qui, dans une infinité de cas, ſont réelles, inégales, & incommenſurables.


Mem. de l'Acad. 1738. pl. 5. pag. 244.
C
B
b
C
c
c
C
B
B
c
D
D
D
D
D
D
A
E

H I J i

L I Q R S

d c b a

O

F

N

P a b

Simonneau Sculp.

Cette maniére de conſidérer les différences des Racines d'une Equation, & de les faire entrer dans les coëfficients de cette Equation, fournit un moyen extrémement ſimple de réduire la formule algébrique de Cardan, qui a paſſé juſqu'à préſent pour être irréductible.

A la vérité, cette maniére de réduire la formule de Cardan, n'eſt pas celle que les Géometres demandent; car cette formule ne contenant que les grandeurs p & q, qui expriment les coëfficients de l'Equation compoſée, on demande non-ſeulement que l'expreſſion réduite de cette formule ne contienne plus de quantités imaginaires, mais qu'il n'entre encore dans cette expreſſion que les mêmes grandeurs p & q. Une telle réduction, dont l'expreſſion ne renfermeroit point une ſuite infinie, ſeroit la ſolution complete & générale de la queſtion du *Cas irréductible*.

Mais quoique la réduction de la formule de Cardan, que l'on trouve dans ce Mémoire, n'ait pas toutes ces conditions, elle fait voir quelle eſt la nature de toutes les parties qui doivent compoſer la Racine qu'on cherche, & fournit de nouvelles formules d'Equations du 3.me degré, & des trois Racines de ces Equations.

PROPOSITION I.

I. Soit l'Equation $x^3 - px + q = 0$, dans laquelle les trois Racines ſont réelles, inégales, commenſurables ou incommenſurables, dont deux ſont poſitives, & la troiſiéme négative, égale aux deux poſitives.

La Racine négative eſt exprimée par cette Equation

$$x + \sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q + \sqrt{(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3)}]} + \sqrt[3]{[\tfrac{1}{2}q - \sqrt{(\tfrac{1}{4}qq - \tfrac{1}{27}p^3)}]} = 0,$$ ou $$x = -\sqrt[6]{(\tfrac{1}{27}p^3 - \tfrac{1}{4}qq)} \times [\sqrt[3]{(\frac{q}{2\sqrt{(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq)}} + \sqrt{-1})} + \sqrt[3]{(\frac{q}{2\sqrt{(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq)}} - \sqrt{-1})}].$$

Par le Mémoire que je lûs il y a quelques jours, & qui eſt imprimé dans ce Volume, on a vû, *page 102*, que

cette expreſſion étoit égale à ... $x + 2\sqrt[3]{\tfrac{1}{2}q} + 2\sqrt[3]{\tfrac{1}{2}q}$

$$\times \left\{ \begin{array}{l} \frac{1.2}{1.2\times(3)^2} \times \left(\frac{\sqrt{(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq)}}{\frac{1}{2}q}\right)^2 - \frac{1.2.5.8}{1.2.3.4\times(3)^4} \times \left(\frac{\sqrt{(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq)}}{\frac{1}{2}q}\right)^4 \\ + \frac{1.2.5.8.11.14}{1.2.3.4.5.6\times(3)^6} \times \left(\frac{\sqrt{(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq)}}{\frac{1}{2}q}\right)^6 - \frac{1.2.5\ldots20}{1.2.3\ldots8\times(3)^8} \\ \times \left(\frac{\sqrt{(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq)}}{\frac{1}{2}q}\right)^8 + \frac{1.2.5.8\ldots26}{1.2.3\ldots10\times(3)^{10}} \times \left(\frac{\sqrt{(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq)}}{\frac{1}{2}q}\right)^{10} - \&c. \end{array} \right\} = 0.$$

Si l'on ſuppoſe que les trois Racines qui forment l'Equation $x^3 - px + q = 0$, ſont $x - a = 0$, $x - a - d = 0$ & $x + 2a + d = 0$, en ſorte que l'excès de la plus grande des deux Racines poſitives ſur la plus petite ſoit d, la nouvelle Equation qui viendra par la multiplication de ces trois Racines ſera $x^3 - x \times (3aa + 3ad + dd) + 2a^3 + 3aad + add = 0$. Il faut donc que $p = 3aa + 3ad + dd$ & $q = 2a^3 + 3aad + add$.

Si donc on met dans l'Equation A pour q ſa valeur, après avoir ſuppoſé toute la ſuite qui entre dans l'Equation A égale à la quantité B, on aura $2\sqrt[3]{(\frac{2a^3 + 3aad + add}{2})} + B \times 2\sqrt[3]{(\frac{2a^3 + 3aad + add}{2})} \overset{C}{=} -x$, ou $2\sqrt[3]{(\frac{2a^3 + 3aad + add}{2})} \times (B + 1) = 2a + d$, parce que cette Equation ne convient qu'à la Racine négative $-2a - d$.

Si l'on fait évanouir le ſigne radical, on aura $(8a^3 + 12aad + 4add) \times (B^3 + 3BB + 3B + 1) = 8a^3 + 12aad + 6add + d^3$, d'où l'on tire $(8a^3 + 12aad + 4add) \times (B^3 + 3BB + 3B) = 2add + d^3$, $B + 1 = \sqrt[3]{(\frac{2add + d^3}{4q} + 1)}$ & $B = \sqrt[3]{(\frac{dd \times 2a + d + 4q}{4q})} - 1$.

Si maintenant on reprend l'Equation C, qui eſt $2\sqrt[3]{(\frac{2a^3 + 3aad + add}{2})} \times (B + 1) = -x$, ou $2\sqrt[3]{\tfrac{1}{2}q} \times (B + 1) = -x$, & que l'on ſubſtituë pour B ſa valeur

$\sqrt[3]{(\frac{ddx \times 2a + d + 4q}{4q})} - 1 = \sqrt[3]{(\frac{-ddx + 4q}{4q})} - 1$ (à cause que $2a + d = -x$) on aura $2\sqrt[3]{\frac{1}{2}q} \times \sqrt[3]{(\frac{-ddx + 4q}{4q})} = -x$, qui donne $x^3 - ddx + 4q = 0$.

COROLLAIRE.

II. Il est donc évident que les deux Équations $x^3 - px + q = 0$ & $x^3 - ddx + 4q = 0$, contiennent la même racine négative; & que pour que cela arrive, il faut que le dernier terme de la seconde Equation, soit quadruple du dernier terme de la premiére, & que le coëfficient du terme moyen de la seconde Equation, soit le quarré de la différence des deux racines positives de la premiére.

PROPOSITION II.

III. Si l'on suppose, comme dans la proposition précédente, que les trois racines de l'Equation $x^3 - px + q = 0$ sont $x - a = 0$, $x - a - d = 0$, $x + 2a + d = 0$, on a vû que $p = 3aa + 3ad + dd$, & $q = 2a^3 + 3aad + add$.

De la premiére de ces deux derniéres Equations, on tire $a = -\frac{1}{2}d + \frac{1}{2}\sqrt{(\frac{4p - dd}{3})}$, & si l'on substituë pour a cette valeur dans la seconde, il viendra $q = (\frac{p - dd}{3}) \times \sqrt{(\frac{4p - dd}{3})}$.

L'Equation $x^3 - px + q = 0$, se changera donc en $x^3 - px + (\frac{p - dd}{3}) \times \sqrt{(\frac{4p - dd}{3})} = 0$, dont les trois racines sont $x - \frac{1}{2}\sqrt{(\frac{4p - dd}{3})} - \frac{1}{2}d = 0$, $x - \frac{1}{2}\sqrt{(\frac{4p - dd}{3})} + \frac{1}{2}d = 0$, $x + \sqrt{(\frac{4p - dd}{3})} = 0$, & l'Equation $x^3 - ddx + 4q = 0$, se changera en x^3

$-ddx+\left(\frac{4p-4dd}{3}\right)\times\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)}=0.$

Or comme cette derniére doit avoir la même Racine négative que la premiére, il faut donc que cette derniére Equation ſoit diviſible par $x+\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)}=0.$

Si l'on fait la diviſion, il viendra au quotient $xx-x\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)}+\left(\frac{4p-4dd}{3}\right)=0$, qui donne $x=\frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)}\pm\frac{1}{2}\sqrt{(5dd-4p)}$.

Les trois Racines de $x^3-ddx+\left(\frac{4p-4dd}{3}\right)\times\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)}=0$, ſont donc $x-\frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)}-\frac{1}{2}\sqrt{(5dd-4p)}=0$, $x-\frac{1}{2}\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)}+\frac{1}{2}\sqrt{(5dd-4p)}=0$, & $x+\sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)}=0$.

COROLLAIRE I.

IV. Il ſuit de-là que ſi dans les Equations $x^3-px+\left(\frac{p-dd}{3\sqrt{3}}\right)\times\sqrt{(4p-dd)}=0$, & $x^3-ddx+\left(\frac{4p-4dd}{3\sqrt{3}}\right)\times\sqrt{(4p-dd)}=0$, on ſubſtituë pour p & d, telle valeur qu'on voudra, il réſultera de chacune de ces Equations générales, une infinité d'Equations particuliéres, dont on aura toûjours les trois Racines.

Si $p=10$, & $d=2$, l'Equation $x^3-px+\frac{p-dd\sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}}=0$, ſera $x^3-10x+4\sqrt{3}=0$, dont les Racines ſont $x-\sqrt{3}-1=0$, $x-\sqrt{3}+1=0$; $x+2\sqrt{3}=0$, & l'Equation $x^3-ddx+\left(\frac{4p-4dd\sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}}\right)=0$, ſera $x^3-4x+16\sqrt{3}=0$, dont les Racines ſont

$x-$

$x - \sqrt{3} - \sqrt{-5} = 0$, $x - \sqrt{3} + \sqrt{-5} = 0$, $x + 2\sqrt{3} = 0$.

Si $p = 6$, & $d = \sqrt{5}$, la premiére Equation sera $x^3 - 6x + \frac{\sqrt{19}}{3\sqrt{3}} = 0$, dont les Racines sont $x - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{19}{3}} - \frac{1}{2}\sqrt{5} = 0$, $x - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{19}{3}} + \frac{1}{2}\sqrt{5} = 0$, $x + \sqrt{\frac{19}{3}} = 0$, & la seconde sera $x^3 - 5x + \frac{4}{3}\sqrt{\frac{19}{3}} = 0$, dont les Racines sont $x - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{19}{3}} - \frac{1}{2} = 0$, $x - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{19}{3}} + \frac{1}{2} = 0$, $x + \sqrt{\frac{19}{3}} = 0$.

Si $p = 18$, & $d = 4$, la premiére Equation sera $x^3 - 18x + \frac{4\sqrt{14}}{3\sqrt{3}} = 0$, dont les Racines sont $x - \sqrt{\frac{14}{3}} - 2 = 0$, $x - \sqrt{\frac{14}{3}} + 2 = 0$, $x + 2\sqrt{\frac{14}{3}} = 0$, & la seconde sera $x^3 - 16x + \frac{16\sqrt{14}}{3\sqrt{3}} = 0$, dont les Racines sont $x - \sqrt{\frac{14}{3}} - \sqrt{2} = 0$, $x - \sqrt{\frac{14}{3}} + \sqrt{2} = 0$, $x + 2\sqrt{\frac{14}{3}} = 0$. Il en sera de même quelque valeur qu'on donne à p & à d, les trois Racines de la premiére Equation seront toûjours réelles.

Les trois Racines de la seconde Equation ne seront réelles que tant que $5dd$ sera plus grand que $4p$, & lorsque $5dd$ sera plus petit que $4p$, deux de ses Racines seront imaginaires.

COROLLAIRE II.

V. Il suit encore de cette proposition, à cause que $q = \left(\frac{p-dd}{3}\right) \times \sqrt{\left(\frac{4p-dd}{3}\right)}$, que si l'on fait évanouir le signe radical, on trouvera l'Equation $d^3 - 3pd \pm \sqrt{(4p^3 - 27qq)} = 0$, qui exprime dans toute Equation du 3.me degré le rapport de la différence d, aux coëfficients p & q; d'où l'on voit que de toute Equation du 3.me degré, laquelle contient toûjours trois Racines, il en résulte toûjours une autre Equation, aussi du 3.me degré, qui contient les trois différences des trois Racines de la premiére.

Si $p = 10$, & $q = 4\sqrt{3}$, qui eſt venu de $d = 2$ en ſubſtituant dans $d^3 - 3pd + \sqrt{(4p^3 - 27qq)} = 0$, pour p & q ces valeurs, on aura $d^3 - 30d + 52 = 0$, cette Equation doit être diviſible par $d - 2 = 0$; en faiſant la diviſion on trouve $dd + 2d - 26 = 0$, qui donne $d = -1 - 3\sqrt{3}$, & $d = -1 + 3\sqrt{3}$, qui avec $d = 2$ ſont les trois Racines de l'Equation des différences, leſquelles expriment les trois différences des trois Racines, $x = \sqrt{3} + 1$, $x = \sqrt{3} - 1$, $x = -2\sqrt{3}$, de l'Equation primitive $x^3 - 10x + 4\sqrt{3} = 0$.

REMARQUE.

VI. Puiſque les trois Racines d'une Equation du 3.me degré fourniſſent toûjours trois différences, qui ſont la différence de la premiére Racine à la ſeconde, celle de la premiére à la troiſiéme, & celle de la ſeconde à la troiſiéme, & que ces différences ſont de même nature, il faut que la proprieté de l'une de ces différences, que l'on a trouvée dans la premiére Propoſition, convienne auſſi aux deux autres différences.

Cette proprieté eſt que les Equations $x^3 - px + \frac{(p-dd) \times \sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}} = 0$, & $x^3 - ddx + \frac{(4p-4dd) \times \sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}} = 0$, ont une Racine commune qui eſt $x + \sqrt{(\frac{4p-dd}{3})} = 0$. Or comme les trois Racines de cette premiére Equation ſont $x - \frac{1}{2}\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})} - \frac{1}{2}d = 0$, $x - \frac{1}{2}\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})} + \frac{1}{2}d = 0$, $x + \sqrt{(\frac{4p-dd}{3})} = 0$, dont la différence de la premiére à la ſeconde eſt . . . . d.

Celle de la ſeconde à la troiſiéme . . . . $\frac{3}{2}\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})} - \frac{1}{2}d$.

Celle de la premiére à la troiſiéme . . $-\frac{3}{2}\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})} - \frac{1}{2}d$.

En la prenant négativement, à cauſe que l'Equation des

différences n'ayant pas de second terme, la derniére Racine négative doit être égale aux deux positives.

Les quarrés de ces trois différences sont dd.
$3p - \frac{1}{2}dd - \frac{3}{2}d\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}$ & $3p - \frac{1}{2}dd + \frac{3}{2}d\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}$.

Il faut donc que les deux Equations $x^3 - px + \frac{(p-dd)\times\sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}} = 0$, & $x^3 - x \times [3p - \frac{1}{2}dd - \frac{3}{2}d\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}] + \frac{(4p-4dd)\times\sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}} = 0$, ayent aussi pour Racine commune $x - \frac{1}{2}\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})} - \frac{1}{2}d = 0$, & que les deux Equations $x^3 - px + \frac{(p-dd)\times\sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}} = 0$, & $x^3 - x \times [3p - \frac{1}{2}dd + \frac{3}{2}d\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}] + \frac{(4p-4dd)\times\sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}} = 0$, ayent pour Racine commune $x - \frac{1}{2}\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})} + \frac{1}{2}d = 0$.

Si donc on divise $x^3 - x \times [3p - \frac{1}{2}dd - \frac{3}{2}d\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}] + \frac{(4p-4dd)\times\sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}} = 0$ par $x - \frac{1}{2}\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})} - \frac{1}{2}d = 0$, on trouvera pour quotient $xx + x \times [\frac{1}{2}\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})} + \frac{1}{2}d] - \frac{8}{3}p + \frac{2}{3}dd + 2d\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})} = 0$, d'où l'on tire $x = -\frac{1}{4} \times [\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})} + d] \pm \frac{1}{2}\sqrt{[11p - \frac{9}{2}dd - \frac{15}{2}d\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}]}$.

Si l'on divise aussi $x^3 - x \times [3p - \frac{1}{2}dd + \frac{3}{2}d\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}] + \frac{(4p-4dd)\sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}} = 0$ par $x - \frac{1}{2}\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})} + \frac{1}{2}d$, on trouvera pour quotient $xx + x \times [\frac{1}{2}\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})} - \frac{1}{2}d]$

$-\frac{8}{3}p+\frac{2}{3}dd-2d\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}=0$, d'où l'on tire

$x=-\frac{1}{4}\times[\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}-d]\pm\frac{1}{2}\sqrt{[11p-\frac{5}{2}dd}$
$+\frac{15}{2}d\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}]$.

Les trois Racines de la premiére de ces deux derniéres Equations du 3.me degré sont donc

$$x+\frac{1}{4}\times[\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}+d]+\frac{1}{2}\sqrt{[11p-\frac{5}{2}dd-\frac{15}{2}d\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}]}=0.$$

$$x+\frac{1}{4}\times[\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}+d]-\frac{1}{2}\sqrt{[11p-\frac{5}{2}dd-\frac{15}{2}d\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}]}=0.$$

$$x-\frac{1}{2}\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}-\frac{1}{2}d=0.$$

Et les trois Racines de la seconde sont

$$x+\frac{1}{4}\times[\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}-d]+\frac{1}{2}\sqrt{[11p-\frac{5}{2}dd+\frac{15}{2}d\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}]}=0.$$

$$x+\frac{1}{4}\times[\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}-d]-\frac{1}{2}\sqrt{(11p-\frac{5}{2}dd+\frac{15}{2}d\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}]}=0.$$

$$x-\frac{1}{2}\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}+\frac{1}{2}d=0.$$

COROLLAIRE III.

VII. Ces deux derniéres Equations seront donc deux nouvelles formules, dans lesquelles si l'on donne à p & à d telle valeur qu'on voudra, il résultera de chacune une infinité d'Equations particuliéres qui seront toutes réductibles.

Si $p=18$ & $d=2\sqrt{3}$, les deux premiéres Equations seront $x^3-18x+4\sqrt{5}=0$. $x^3-12x+16\sqrt{5}=0$; les deux derniéres sont $x^3-x\times(48-6\sqrt{15})+16\sqrt{5}=0$. $x^3-x\times(48+6\sqrt{15})+16\sqrt{5}=0$.

Les Racines de la premiére sont $x-\sqrt{5}-\sqrt{3}=0$. $x-\sqrt{5}+\sqrt{3}=0$. $x+2\sqrt{5}=0$.

De la seconde, $x-\sqrt{5}-\sqrt{-3}=0$. $x-\sqrt{5}+\sqrt{-3}$. $x+2\sqrt{5}=0$.

De la troisiéme, $x+\frac{1}{2}\times(\sqrt{5}+\sqrt{3})+\sqrt{(42-\frac{15}{2}\sqrt{15})}=0$. $x+\frac{1}{2}\times(\sqrt{5}+\sqrt{3})-\sqrt{(42-\frac{15}{2}\sqrt{15})}=0$, & $x-\sqrt{5}-\sqrt{3}=0$.

De la quatriéme $x+\frac{1}{2}\times(\sqrt{5}-\sqrt{3})+\sqrt{(42+\frac{15}{2}\sqrt{15})}=0$. $x+\frac{1}{2}\times(\sqrt{5}-\sqrt{3})-\sqrt{(42+\frac{15}{2}\sqrt{15})}=0$, & $x-\sqrt{5}+\sqrt{3}=0$.

Si $p=12$ & $d=\sqrt{21}$, ces quatre Equations deviendront $x^3-12x-9=0$. $x^3-21x-36=0$. $x^3-x\times(\frac{51}{2}+\frac{9}{2}\sqrt{21})-36=0$. $x^3-x\times(\frac{51}{2}-\frac{9}{2}\sqrt{21})-36=0$, dont les Racines sont

$x-\frac{3}{2}-\frac{1}{2}\sqrt{21}=0$. $x-\frac{3}{2}+\frac{1}{2}\sqrt{21}=0$. $x+3=0$.
$x-\frac{3}{2}-\frac{1}{2}\sqrt{57}=0$. $x-\frac{3}{2}+\frac{1}{2}\sqrt{57}=0$. $x+3=0$.
$x+\frac{1}{4}\times(3+\sqrt{21})+\frac{1}{2}\sqrt{(\frac{159}{2}-\frac{45}{2}\sqrt{21})}=0$.
$x+\frac{1}{4}\times(3+\sqrt{21})-\frac{1}{2}\sqrt{(\frac{159}{2}-\frac{45}{2}\sqrt{21})}=0$.
$x-\frac{3}{2}-\frac{1}{2}\sqrt{21}=0$.
$x+\frac{1}{4}\times(3-\sqrt{21})+\frac{1}{2}\sqrt{(\frac{159}{2}+\frac{45}{2}\sqrt{21})}=0$.
$x+\frac{1}{4}\times(3-\sqrt{21})-\frac{1}{2}\sqrt{(\frac{159}{2}+\frac{45}{2}\sqrt{21})}=0$.
$x-\frac{3}{2}+\frac{1}{2}\sqrt{21}=0$.

PROPOSITION III.

VIII. Soit repris l'Equation $x^3-px+q=0$.

On sçait que la plus grande des trois Racines renfermée dans cette Equation, est exprimée par

$$x+\sqrt[3]{[\frac{1}{2}q+\sqrt{(\frac{1}{4}qq-\frac{1}{27}p^3)}]}+\sqrt[3]{[\frac{1}{2}q-\sqrt{(\frac{1}{4}qq-\frac{1}{27}p^3)}]}=0,$$

ou $x+\sqrt[3]{[\frac{1}{2}q+\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}\times\sqrt{-1}]}$
$+\sqrt[3]{[\frac{1}{2}q-\sqrt{(\frac{1}{27}p^3-\frac{1}{4}qq)}\times\sqrt{-1}]}=0$,

lorsque $\frac{1}{27}p^3$ est plus grand que $\frac{1}{4}qq$. C'est cette expression qui a été irréductible jusqu'à présent.

Pour la réduire, il ne faut que substituer dans cette expression pour q sa valeur $\frac{(p-dd)\sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}}$, & l'Equation qui

étoit irréductible, deviendra

$$\left.\begin{array}{l} x + \sqrt[3]{\left[\frac{(p-dd)\times\sqrt{(4p-dd)}}{6\sqrt{3}} + \frac{1}{6}\sqrt{(4p^3 - 27 \times \frac{(p-dd)^2\times(4p-dd)}{27})} \times \sqrt{-\frac{1}{3}}\right]} \\ + \sqrt[3]{\left[\frac{(p-dd)\times\sqrt{(4p-dd)}}{6\sqrt{3}} - \frac{1}{6}\sqrt{(4p^3 - 27 \times \frac{(p-dd)^2\times(4p-dd)}{27})} \times \sqrt{-\frac{1}{3}}\right]} \end{array}\right\} = 0.$$

Le premier signe radical devient

$$\sqrt[3]{\left[\frac{(p-dd)\times\sqrt{(4p-dd)}}{6\sqrt{3}} + \frac{1}{6}\sqrt{(4p^3 - 4p^3 + 9ppdd - 6pd^4 + d^6)} \times \sqrt{-\frac{1}{3}}\right]}$$

qui se réduit à $\sqrt[3]{\left[\frac{(p-dd)\times\sqrt{(4p-dd)}}{6\sqrt{3}} + (\frac{3pd-d^3}{6}) \times \sqrt{-\frac{1}{3}}\right]}$

$$= \sqrt[3]{\left[\frac{(4p-4dd)\times\sqrt{(4p-dd)}}{24\sqrt{3}} + (\frac{3pd-d^3}{6}) \times \sqrt{-\frac{1}{3}}\right]} =$$

$$\sqrt[3]{\left[\frac{(4p-dd)\times\sqrt{(4p-dd)}}{24\sqrt{3}} - \frac{3dd\sqrt{(4p-dd)}}{24\sqrt{3}} + (\frac{3pd-d^3}{6}) \times \sqrt{-\frac{1}{3}}\right]}$$

$$= \sqrt[3]{\left[\frac{(4p-dd)\times\sqrt{(4p-dd)}}{8\times 3\sqrt{3}} + (\frac{4p-dd}{8\times 3}) \times 3d\sqrt{-\frac{1}{3}}\right.}$$

$$\left. - 3\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})} \times \frac{dd}{8\times 3} - \frac{d^3}{24}\sqrt{-\frac{1}{3}}\right]$$

$$= \frac{1}{2}\sqrt[3]{\left[\frac{4p-dd\times\sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}} + \frac{4p-dd}{3} \times 3d\sqrt{-\frac{1}{3}}\right.}$$

$$\left. + 3\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})} \times -\frac{1}{3}dd - \frac{1}{3}d^3\sqrt{-\frac{1}{3}}\right].$$

Or tout ce qui est sous ce signe radical est un cube parfait.

Cette expression devient donc $\frac{1}{2} \times [\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})} + d\sqrt{-\frac{1}{3}}]$.

Ainsi l'Equation $x + \sqrt[3]{[\frac{1}{2}q + \sqrt{(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq)} \times \sqrt{-1}]}$ $+ \sqrt[3]{[\frac{1}{2}q - \sqrt{(\frac{1}{27}p^3 - \frac{1}{4}qq)} \times \sqrt{-1}]} \overset{A}{=} 0$, devient $x + \frac{1}{2} \times [\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})} + d\sqrt{-\frac{1}{3}}] + \frac{1}{2} \times [\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}$ $- d\sqrt{-\frac{1}{3}}] \overset{B}{=} 0$, ou $x + \sqrt{(\frac{4p-dd}{3})} = 0$, qui ne renferme plus de quantités imaginaires.

Si donc on met dans l'Equation générale, $x^3 - px + q = 0$,

ou $x^3 - px + \frac{(p-dd)\sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}} = 0$, pour p & d telles valeurs qu'on voudra, l'Equation irréductible A ſe réduira toûjours à l'Equation B, dont les imaginaires ſe détruiſent.

Si $p = 6$, & $d = 2$, l'Equation eſt $x^3 - 6x + \frac{4\sqrt{5}}{3\sqrt{3}} = 0$, la Racine eſt donc dans ce cas, $x + \sqrt[3]{(\frac{2}{3}\sqrt{\frac{5}{3}} + \frac{14}{3}\sqrt{-\frac{1}{3}})} + \sqrt[3]{(\frac{2}{3}\sqrt{\frac{5}{3}} - \frac{14}{3}\sqrt{-\frac{1}{3}})} = 0 = x + \frac{1}{2} \times (2\sqrt{\frac{5}{3}} + 2\sqrt{-\frac{1}{3}}) + \frac{1}{2} \times (2\sqrt{\frac{5}{3}} - 2\sqrt{-\frac{1}{3}}) = x + 2\sqrt{\frac{5}{3}}$, ou $x + (\sqrt{\frac{5}{3}} + \sqrt{-\frac{1}{3}}) + (\sqrt{\frac{5}{3}} - \sqrt{-\frac{1}{3}})$.

Le cube de la premiére eſt $\frac{5}{3}\sqrt{\frac{5}{3}} + \frac{15}{3} \times \sqrt{-\frac{1}{3}} - \frac{3}{3} \times \sqrt{\frac{5}{3}} - \frac{1}{3}\sqrt{-\frac{1}{3}} = \frac{2}{3}\sqrt{\frac{5}{3}} + \frac{14}{3}\sqrt{-\frac{1}{3}}$.

Le cube de la ſeconde eſt $\frac{5}{3}\sqrt{\frac{5}{3}} - \frac{15}{3}\sqrt{-\frac{1}{3}} - \frac{3}{3}\sqrt{\frac{5}{3}} + \frac{1}{3}\sqrt{-\frac{1}{3}} = \frac{2}{3}\sqrt{\frac{5}{3}} - \frac{14}{3}\sqrt{-\frac{1}{3}}$.

Si $p = 12$, $d = 3$, l'Equation eſt $x^3 - 12x + \sqrt{13} = 0$, la Racine eſt donc dans ce cas, $x + \sqrt[3]{(\frac{1}{2}\sqrt{13} + \frac{9}{2}\sqrt{-3})} + \sqrt[3]{(\frac{1}{2}\sqrt{13} - \frac{9}{2}\sqrt{-3})} = 0 = x + \frac{1}{2} \times (\sqrt{13} + 3\sqrt{-\frac{1}{3}}) + \frac{1}{2} \times (\sqrt{13} - 3\sqrt{-\frac{1}{3}})$, ou $x + \frac{1}{2} \times (\sqrt{13} + \sqrt{-3}) + \frac{1}{2} \times (\sqrt{13} - \sqrt{-3})$. Les cubes ſont

$$\frac{13\sqrt{13}}{8} + \frac{39\sqrt{-3}}{8} - \frac{9\sqrt{13}}{8} - \frac{3\sqrt{-3}}{8} = \frac{1}{2}\sqrt{13} + \frac{9}{2}\sqrt{-3},$$

$$\& \frac{13\sqrt{13}}{8} - \frac{39\sqrt{-3}}{8} - \frac{9\sqrt{13}}{8} + \frac{3\sqrt{-3}}{8} = \frac{1}{2}\sqrt{13} - \frac{9}{2}\sqrt{-3};$$

cette Racine ſe réduit donc à $x + \sqrt{13} = 0$.

Si $p = 13$, & $d = 5$, l'Equation ſera $x^3 - 13x - \frac{12\sqrt{27}}{3\sqrt{3}} = 0$, ou $x^3 - 13x - 12 = 0$, la Racine eſt dans ce cas, $x - \sqrt[3]{[-6 + \sqrt{(\frac{-1225}{27})}]} - \sqrt[3]{[-6 - \sqrt{(\frac{-1225}{27})}]} = x - \frac{1}{2} \times (3 + 5\sqrt{-\frac{1}{3}}) - \frac{1}{2} \times (3 - 5\sqrt{-\frac{1}{3}})$, dont les cubes ſont

$$-\frac{1}{8} \times (27 + 135\sqrt{-\frac{1}{3}} - \frac{225}{3} - \frac{125}{3}\sqrt{-\frac{1}{3}}) =$$

$$- \times (-6 + \frac{35}{3}\sqrt{-\frac{1}{3}}),$$

& $-\frac{1}{8}\times(27-135\sqrt{-\frac{1}{3}}-\frac{225}{3}+\frac{125}{3}\sqrt{-\frac{1}{3}})=$
$-\times(-6-\frac{35}{3}\sqrt{-\frac{1}{3}})$.

Si $p=7$, & $d=2$, l'Equation sera $x^3-7x+\sqrt{8}=0$, l'expression de la Racine est $x+\sqrt[3]{(\frac{1}{2}\sqrt{8}+\frac{17}{3}\sqrt{-\frac{1}{3}})}$ $+\sqrt[3]{(\frac{1}{2}\sqrt{8}-\frac{17}{3}\sqrt{-\frac{1}{3}})}=0=x+(\frac{1}{2}\sqrt{8}+\sqrt{-\frac{1}{3}})$ $+(\frac{1}{2}\sqrt{8}-\sqrt{-\frac{1}{3}})$, ou $x=-\sqrt{8}$.

Le cube de $\frac{1}{2}\sqrt{8}+\sqrt{-\frac{1}{3}}=\sqrt{8}+6\sqrt{-\frac{1}{3}}-\frac{1}{2}\sqrt{8}$ $-\frac{1}{3}\sqrt{-\frac{1}{3}}=\frac{1}{2}\sqrt{8}+\frac{17}{3}\sqrt{-\frac{1}{3}}$.

Le cube de $\frac{1}{2}\sqrt{8}-\sqrt{-\frac{1}{3}}=\sqrt{8}-6\sqrt{-\frac{1}{3}}-\frac{1}{2}\sqrt{8}$ $+\frac{1}{3}\sqrt{-\frac{1}{3}}=\frac{1}{2}\sqrt{8}-\frac{17}{3}\sqrt{-\frac{1}{3}}$.

Si $p=4$, & $d=2\sqrt{-2}$, l'Equation sera x^3-4x $-4\sqrt{8}=0$, dont deux Racines sont imaginaires.

L'expression de la Racine réelle est
$x-\sqrt[3]{(-2\sqrt{8}+\frac{20}{3}\sqrt{\frac{2}{3}})}-\sqrt[3]{(-2\sqrt{8}-\frac{20}{3}\sqrt{\frac{2}{3}})}=0$ $=x-\frac{1}{2}\sqrt{8}+\sqrt{\frac{2}{3}}-\frac{1}{2}\sqrt{8}-\sqrt{\frac{2}{3}}=0$, ou $x=\sqrt{8}$.

Le cube de $-\frac{1}{2}\sqrt{8}+\sqrt{\frac{2}{3}}=-\sqrt{8}+6\sqrt{\frac{2}{3}}-\sqrt{8}$ $+\frac{2}{3}\sqrt{\frac{2}{3}}=-2\sqrt{8}+\frac{20}{3}\sqrt{\frac{2}{3}}$.

Le cube de $-\frac{1}{2}\sqrt{8}-\sqrt{\frac{2}{3}}=-\sqrt{8}-6\sqrt{\frac{2}{3}}-\sqrt{8}$ $-\frac{2}{3}\sqrt{\frac{2}{3}}=-2\sqrt{8}-\frac{20}{3}\sqrt{\frac{2}{3}}$.

COROLLAIRE I.

IX. Il suit de ce que $q=\frac{(p-dd)\times\sqrt{(4p-dd)}}{3\sqrt{3}}$, & de ce que la formule de la plus grande des trois Racines renfermées dans l'Equation $x^3-px+q=0$, se réduit à $\frac{1}{2}\times[\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}+d\sqrt{-\frac{1}{3}}]+\frac{1}{2}\times[\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}-d\sqrt{-\frac{1}{3}}]$ que si l'on fait $\frac{1}{2}\sqrt{(\frac{4p-dd}{3})}=a+\sqrt{b}$, & $\frac{1}{2}d\sqrt{-\frac{1}{3}}$ $=\sqrt{-c}$, on trouvera $p=3aa+6a\sqrt{b}+3b+3c$, & $q=2a^3+6ab-6ac+(6aa+2b-6c)\times\sqrt{b}$.

l'Equation

l'Equation $x^3 - px + q = 0$, devient donc $x^3 - x \times (3aa + 6a\sqrt{b} + 3b + 3c) + 2a^3 + 6ab - 6ac + (6aa + 2b - 6c) \times \sqrt{b} = 0$, dont les Racines sont $x + 2a + 2\sqrt{b} = 0$. $x - a - \sqrt{b} - \sqrt{3c} = 0$. $x - a - \sqrt{b} + \sqrt{3c} = 0$.

Si l'on veut que le coëfficient q ne contienne point de grandeurs incommensurables, il n'y a qu'à supposer $(6aa + 2b - 6c) \times \sqrt{b} = 0$. De cette supposition il résulte $c = aa + \frac{1}{3}b$, qui étant substitué dans p & q, l'Equation deviendra $x^3 - x \times (6aa + 4b + 6a\sqrt{b}) + 4ab - 4a^3 = 0$, dont les racines sont $x + 2a + 2\sqrt{b} = 0$. $x - a - \sqrt{b} - \sqrt{(3aa + b)} = 0$. $x - a - \sqrt{b} + \sqrt{(3aa + b)} = 0$, toutes trois réelles, inégales & incommensurables, quoique l'Equation n'ait point d'incommensurables dans q.

Si de cette Equation, dans laquelle $d = 2\sqrt{(3aa + b)}$, on passe à celle-ci, $x^3 - ddx + 4q = 0$, dans laquelle on mette pour d & q leurs valeurs, il viendra $x^3 - x \times (12aa + 4b) + 16ab - 16a^3 = 0$, dans laquelle p & q ne contiennent point d'incommensurables.

Or on a vû *(art. 4.)* que les trois Racines de $x^3 - ddx + \frac{(4p - 4dd)\sqrt{(4p - dd)}}{3\sqrt{3}} = 0$, sont $x + \sqrt{(\frac{4p - dd}{3})} = 0$. $x - \frac{1}{2}\sqrt{(\frac{4p - dd}{3})} - \frac{1}{2}\sqrt{(5dd - 4p)} = 0$. $x - \frac{1}{2}\sqrt{(\frac{4p - dd}{3})} + \frac{1}{2}\sqrt{(5dd - 4p)} = 0$. En substituant dans ces trois Racines pour p & d leurs valeurs $12aa + 4b$, & $2\sqrt{(3aa + b)}$, elles deviendront $x + 2a + 2\sqrt{b} = 0$, $x - 2\sqrt{b} + 2a = 0$, $x = -4a = 0$, dont il n'y en a que deux d'incommensurables, quoiqu'elles paroissent toutes trois, avant d'être réduites, sous une forme incommensurable.

COROLLAIRE II.

X. On voit par les différentes formules d'Equations du 3.me degré que l'on trouve dans ce Mémoire, que pour que les trois Racines qui en résultent, soient toutes trois réelles, inégales & incommensurables, il faut que les coëfficients p & q contiennent eux-mêmes des grandeurs irrationelles, ou au moins que l'un des deux en contienne.

Voici encore une nouvelle maniére d'essayer de faire que les coëfficients p & q soient rationels.

Soit supposé $q = (a - \sqrt{b}) \times (a + \sqrt{b}) \times n$, formé par le produit de trois quantités, dont deux sont irrationelles, mais telles que leur produit soit rationel, on sçait que $q = \frac{(p - dd)}{3} \times \sqrt{(\frac{4p - dd}{3})}$.

Si donc on suppose $na + n\sqrt{b} = \frac{p - dd}{3}$, on aura $a - \sqrt{b} = \sqrt{(\frac{4p - dd}{3})}$. De la premiére Equation on tire $dd = p - 3an - 3n\sqrt{b}$, & de la seconde on tire $dd = 4p - 3aa + 6a\sqrt{b} - 3b$.

Ainsi on a $p - 3an - 3n\sqrt{b} = 4p - 3aa + 6a\sqrt{b} - 3b$, qui donne $p = aa - an + b - 2a\sqrt{b} - n\sqrt{b}$.

L'Equation composée sera donc $x^3 - x \times (aa - an + b - 2a\sqrt{b} - n\sqrt{b}) + aan - bn = 0$, qui doit être divisible par $x + a - \sqrt{b} = 0$. La division étant faite, il vient $xx - x \times (a - \sqrt{b}) + an + n\sqrt{b} = 0$, qui donne $x - \frac{1}{2} \times (a - \sqrt{b}) - \frac{1}{2}\sqrt{(aa - 2a\sqrt{b} + b - 4an - 4n\sqrt{b})} = 0$, & $x - \frac{1}{2} \times (a - \sqrt{b}) + \frac{1}{2}\sqrt{(aa - 2a\sqrt{b} + b - 4an - 4n\sqrt{b})} = 0$.

Les trois Racines de l'Equation sont donc réelles, inégales & incommensurables dans ce cas où q est rationel, & où p contient de l'irrationel. Si l'on veut faire évanouir l'irrationalité qui est dans p, il faut supposer $-2a\sqrt{b} - n\sqrt{b} = 0$.

On tire de cette supposition, $n = -2a$, cette valeur étant donc substituée dans l'Equation composée & dans ses Racines, il vient $x^3 - xx(3aa + b) + 2ab - 2a^3 = 0$, dont les Racines sont $x + a - \sqrt{b} = 0$, $x - \frac{1}{2}a + \frac{1}{2}\sqrt{b} - \frac{1}{2}\sqrt{(9aa + 6a\sqrt{b} + b)} = 0$, & $x - \frac{1}{2}a + \frac{1}{2}\sqrt{b} + \frac{1}{2}\sqrt{(9aa + 6a\sqrt{b} + b)} = 0$.

Ces trois Racines se réduisent à $x + a - \sqrt{b} = 0$, $x + a + \sqrt{b} = 0$, & $x - 2a = 0$, dont il n'y en a que deux d'incommensurables.



SUR LES MONSTRES.

PREMIER MÉMOIRE

Dans lequel on examine quelle est la cause immédiate des Monstres.

Par M. LÉMERY.

ON entend communément par le mot de *Monstre*, un Animal qui naît avec une conformation contraire à l'ordre de la Nature, c'est-à-dire, avec une structure de parties très-différente de celle qui caractérise l'espece des Animaux dont il sort : je dis très-différente, car s'il n'y avoit qu'une différence légere & superficielle, si l'objet ne frappoit pas avec étonnement, on ne donneroit pas le nom de Monstre à l'Animal où elle se trouveroit.

Il y a bien des sortes de Monstres par rapport à leur structure; les uns ou ont trop, ou n'ont pas assés de certaines parties; tels sont les Monstres à deux têtes, ceux qui sont sans bras, sans pieds; d'autres péchent par la conformation extraordinaire & bizarre, par la grandeur disproportionnée, par le dérangement considérable d'une ou de plusieurs de leurs parties, & par la place singuliére que ce dérangement leur fait souvent occuper; d'autres enfin, ou par l'union de quelques parties qui, suivant l'ordre de la nature & pour l'execution de leurs fonctions, doivent toûjours être séparées, ou par la désunion de quelques autres parties qui, suivant le même ordre & pour les mêmes raisons, ne doivent jamais cesser d'être unies.

Depuis que l'Anatomie moderne nous a fait connoître que tous les Animaux viennent d'œufs, & que chacune de leurs parties contenuës & toutes faites dans les enveloppes de ces œufs, n'ont besoin que de développement & d'extension pour se faire voir sous leur forme naturelle, le systeme de

la génération des Animaux est devenu bien différent de celui qui regnoit avant la découverte des œufs; par conséquent, les raisonnements anciens & faits avant cet éclaircissement sur la formation des différentes espéces de Monstres, partant nécessairement d'un faux principe, & le supposant toûjours, tombent d'eux-mêmes & ne méritent pas de nous arrêter.

A l'égard de ceux qui ont été faits ensuite sur une base plus vraye & plus solide que celle des premiers, ils se réduisent à deux, qui n'ont point été contredits par d'autres postérieurement imaginés & qui soient entrés en lice avec eux; il y a même d'autant plus d'apparence que les sentiments sur la formation des Monstres ne se multiplieront pas plus dans la suite qu'ils l'ont fait jusqu'ici, que les deux qui sont aujourd'hui sur les rangs, renferment à la fois toutes les causes possibles & différentes de cette formation; mais si, comprenant tout, ils ne laissent rien à imaginer de nouveau sur ce sujet, il ne s'ensuit pas de-là qu'ils soient tous deux actuellement en possession de la production des Monstres : tout ce qui est possible n'existe pas; par conséquent, l'un des deux sentiments, quoique réputé possible à la rigueur, peut n'être au fond qu'idéal & spéculatif, & devenir même chimérique par l'examen, pendant que l'autre se trouvera réel & effectif: & comme il nous importe bien moins de connoître les différentes maniéres dont les Monstres peuvent avoir été formés, que celles dont ils le sont, je vais tâcher de démêler ce qui en est, & de le faire appercevoir avec évidence.

Pour en venir à bout, je partagerai ce que j'ai à dire sur les Monstres, en quatre Mémoires. Dans le premier, j'examinerai celui que feu M. du Verney a donné dans le Tome des Mémoires de l'Académie de l'année 1706, & ce sera particuliérement sur les différentes parties de ce Monstre que j'établirai mes réflexions.

Dans le 2.d Mémoire, j'examinerai & réfuterai les raisons qu'on a coûtume d'alléguer en plusieurs cas en faveur du systeme des Œufs originairement monstrueux, & contre celui des causes accidentelles pour la formation d'un grand nombre

de Monstres. On trouvera aussi dans ce Mémoire & dans les suivants divers moyens de reconnoître & de vérifier l'action de ces causes dans les différentes especes de cas monstrueux.

Ce sera principalement du Monstre publié dans le Tome des Mémoires de l'année 1724, que je tirerai la suite des éclaircissements que j'ai à donner dans un troisiéme Mémoire sur la cause des Monstres; & ce qui me fait arrêter beaucoup plus sur ce Monstre & sur celui de M. du Verney, que sur une foule d'autres fort connus, c'est 1.° qu'on en a une histoire anatomique plus détaillée que de la plûpart des autres. 2.° C'est qu'on ne les donne que sur le pied de deux échantillons de Monstres en général, qui ne disent que ce que pourroient dire tous autres Monstres, & dont il s'ensuit aussi précisément les mêmes conséquences, suivant l'application de l'un ou de l'autre systeme à chacun d'eux. 3.° J'ai choisi le Monstre du Tome de 1724, pour mon troisiéme Mémoire, parce qu'il m'appartient; & que mes explications sur quelques parties de ce Monstre ayant été attaquées, c'est en y répondant que je me suis proposé de donner une continuation d'éclaircissements sur la cause des Monstres, comme je compte aussi le faire dans ce premier Mémoire, en attaquant le systeme adopté par M. du Verney, pour son Monstre.

Enfin c'est un fait singulier qui a donné lieu au quatriéme Mémoire, dans lequel j'espére qu'on trouvera une idée nouvelle, plus complete & plus exacte qu'on ne l'a eûë jusqu'ici, de ce qui fait le caractére essentiel des Monstres, de la nature de leurs causes, & de l'effet particulier de ces causes à l'égard des foetus qui se sont trouvés, & se trouvent malheureusement à leur rencontre.

Quoique les deux sentiments dans l'examen desquels nous allons entrer, ayent pour base, ainsi qu'il a été dit, le systeme de la génération des Animaux par les œufs, l'un des deux n'en suppose que d'une sorte, & l'autre en suppose de deux. Suivant le dernier, il y a des germes essentiellement monstrueux, comme il y en a de naturels; les parties monstrueuses sont en petit dans leur germe, comme les naturelles dans le

leur, & les unes & les autres n'ont beſoin que de développement, & d'un développement produit par les mêmes cauſes, pour paroître telles qu'on les voit enſuite.

Suivant le premier, qui n'admet qu'une ſorte d'œufs, toutes les parties qu'ils contiennent ſont originairement ſelon l'ordre naturel, & elles ne deviennent monſtrueuſes qu'après coup & par une eſpéce de hazard, c'eſt-à-dire, par le concours fortuit de cauſes accidentelles, qui trouvent d'autant mieux à agir ſur le germe de l'œuf, que ce germe n'eſt qu'une eſpéce de glaire dont toutes les petites parties molles, délicates & flexibles, reçoivent & prennent avec la derniére facilité toutes les impreſſions extraordinaires qui leur arrivent, ſoit de la part des ſucs vitiés qui y abordent, & qui y produiſent ſouvent ce qu'ils ne ſont pas capables de faire ſur des parties plus robuſtes & plus élaſtiques, telles que ſont celles de la mere, ſoit en conſéquence des mouvements déréglés que ces ſucs peuvent exciter dans le genre nerveux de l'enfant, & qui n'ont ſouvent que trop de force ſur la conſtruction naturelle de ſes différentes parties; ſoit enfin par d'autres cauſes, & entr'autres, parce que la matrice qui eſt une eſpéce de muſcle creux, ſuſceptible d'une infinité de contractions irréguliéres, & en tout ſens, ſur-tout dans les paſſions hiſtériques, eſt très-capable de comprimer plus ou moins fortement, & de différentes maniéres, le fœtus qui y aura été reçû, de le défigurer, d'y faire des retranchements de parties, en empêchant leur développement, ou en les détruiſant, & les effaçant peu de temps après qu'elles ont été développées; d'unir une ou pluſieurs parties de différents germes qui ſe ſeront rencontrés enſemble, & ſouvent auſſi, de joindre en même temps & par la même voye à cette union, la ſuppreſſion totale de pluſieurs autres de leurs parties qui ſe ſeront trouvées entre deux.

Le Monſtre dont M. du Verney donna la deſcription en 1706, étoit compoſé de deux enfants mâles joints enſemble par la partie inférieure du ventre appellée Hypogaſtre. Toutes leurs parties externes & internes étoient ſemblables à celles

des autres enfants, depuis la tête juſqu'à l'endroit de la jonction, où ſe trouvoient celles qui étoient extraordinaires & monſtrueuſes, & qui l'étoient ſouverainement. De leur examen M. du Verney conclud, qu'elles ne ſont point l'ouvrage du hazard, ni l'effet d'un dérangement fortuit des mouvements naturels; que depuis les enveloppes juſqu'au plus profond des entrailles, tout eſt d'un deſſein conduit par une Intelligence libre dans ſa fin, toute-puiſſante dans l'exécution, & toûjours ſage & arrangée dans les moyens qu'elle employe; que cette intelligence a réellement voulu produire un Monſtre tel que celui-ci, & que la preuve de cette volonté eſt l'accompliſſement du fait: qu'enfin l'inſpection de ce Monſtre fait voir la richeſſe de la méchanique du Créateur, au moins autant que les productions les plus réglées, puiſqu'à toutes les preuves que nous en avons, elle ajoûte encore celle-ci, d'autant plus forte & plus convaincante, qu'étant hors des régles communes, elle montre mieux & la liberté & la fécondité de l'Auteur de cette méchanique ſi variée dans ces ſortes d'ouvrages.

D'autres pourroient penſer tout différemment de M. du Verney ſur la formation de ſon Monſtre; & en effet, en conſidérant qu'il eſt formé de deux enfants bien diſtincts, qui tiennent l'un à l'autre par leurs régions hypogaſtriques, la premiére idée que fait naître communément cette vûë, & que l'examen & la réflexion ne manquent pas de juſtifier de plus en plus, c'eſt que deux germes naturellement ſéparés, ſe ſont rencontrés dans la matrice, & qu'à la faveur de la molleſſe & de la flexibilité de leurs parties qui ſe ſont par-là mutuellement pénétrées & confonduës, les deux germes ont reſté unis dans le ſens où nous les voyons, & qui eſt celui où ils ſe ſont préſentés l'un à l'autre; car dans d'autres cas où deux germes s'offriroient par d'autres parties, il en réſulteroit des Monſtres différents. Voilà l'idée communément réſultante de la vûë de tout Monſtre compoſé de deux corps ou d'un plus grand nombre de parties organiques qu'il n'en doit avoir, ſuivant l'ordre de la nature.

L'obſervation

L'obſervation de ce qui ſe paſſe dans les végétaux, a ſervi en quelque maniére, de fondement à ce raiſonnement; deux pommes, deux poires, deux ceriſes ou tous autres fruits qu'on trouve unis enſemble ſur l'arbre, & qui y forment une eſpéce de Monſtre, ne ſont pas ſuppoſés avoir été tels dans leur premiére production; on penſe au contraire, qu'ils étoient originairement diſtincts, & que la proximité & le contact les ont plus ou moins unis, ſuivant que le degré de preſſion a été plus fort, & que la ſuperficie des deux fruits ſuffiſamment entamée, a donné lieu par-là à l'abouchement réciproque des extrémités de leurs vaiſſeaux entr'ouverts, ou de leur tiſſu cellulaire devenu à nud de part & d'autre.

Ce qui juſtifie cette idée & ce qui en établit la méchanique, ce ſont les greffes; on ſçait par expérience qu'un petit ſcion que l'on a coupé, ou un œil que l'on a levé à la branche d'un arbre qui étoit en ſéve, préſente alors à découvert par l'extrémité coupée, ſes vaiſſeaux & ſon parenchime, & qu'en cet état il peut s'unir, & s'unit en effet à un autre arbre coupé de maniére qu'il préſente auſſi à nud dans le lieu de l'union, ſes vaiſſeaux & ſon tiſſu cellulaire, à la greffe qui y a été appliquée, moyennant quoi cette greffe ne faiſant plus dans la ſuite qu'un même corps avec l'arbre, non-ſeulement elle ſe nourrit ſur ſon tronc comme ſi elle lui eût toûjours appartenu ou qu'elle eût été tirée d'un arbre de la même eſpéce; mais elle porte encore des fruits, non de la nature de ceux du tronc étranger ſur lequel elle habite, mais de ceux de l'arbre particulier dont elle vient.

Ne trouve-t-on pas continuellement des exemples d'unions pareilles qui ſe font d'elles-mêmes & par la même méchanique entre deux branches de pluſieurs arbres de même eſpece ou de même genre, qui ſe trouvant quelquefois trop proches l'une de l'autre en vertu de leur poſition particuliére, & ſe ſerrant toûjours de plus en plus à meſure qu'elles groſſiſſent, commencent par s'écorcher & ſe pénétrer mutuellement, & s'uniſſent enſuite ſi parfaitement par toute leur ſubſtance dans l'endroit du contact, que quand on coupe l'une des deux

branches au-dessous de l'union, & qu'on l'empêche par-là de recevoir les sucs qui lui venoient de son tronc particulier, elle trouve une ressource suffisante dans la branche à laquelle elle est intimement unie, & d'où il lui arrive alors en vertu de cette union, une assés grande quantité de sucs nourriciers pour l'empêcher de périr? Enfin le Bois de Boulogne nous offre un fait singulier auquel on a donné le nom de mariage de deux Chênes de ce Bois; il s'est fait ce mariage, par le moyen d'une branche partie de chacun de ces deux arbres, & le hazard a voulu que les deux branches parvenuës à une certaine grandeur, se soient rencontrées & pénétrées, de maniére qu'elles se sont parfaitement unies & qu'elles restent telles.

Pourquoi n'arriveroit-il pas dans l'occasion & suivant la même méchanique, de semblables unions entre les parties de deux fœtus, sur-tout lorsqu'ils ne sont encore que des germes nouvellement arrivés dans la matrice? car alors les parties tendres, molles & délicates de ces germes, ont bien plus de facilité par leur choc & leur rencontre à s'entamer & à se joindre, que n'en ont les branches d'arbres dont on vient de parler: de plus, les coups & les pressions que reçoivent souvent ces germes de la part de la partie qui les contient & qui n'entre que trop souvent dans des contractions, sont une cause de jonction bien plus prompte & plus efficace, que celle qui joint intimement deux branches, soit par leurs extrémités, soit par leurs côtés.

Et ce qui prouve que l'union dont on vient de parler, est non-seulement possible, mais encore réelle, dans les deux fœtus du Monstre de M. du Verney, & par conséquent qu'il a été formé après coup, c'est qu'à l'endroit où la peau des ventres de ces enfants s'unissoit, M. du Verney a reconnu & distingué une couture qu'il a eu grand soin d'insérer dans la premiére figure de son Monstre, & par laquelle il déclare que les jumeaux paroissoient joints ensemble: or cette couture n'est vraisemblablement qu'une cicatrice qui suppose une solution de continuité, & ensuite une réunion par les sucs nourriciers parvenus à l'extrémité des parties coupées,

lesquels ayant servi de colle & d'interméde pour lier les deux parties séparées, n'ont pû si bien le faire qu'il n'en soit resté une trace sur la peau; d'où l'on peut conclurre que puisqu'il y a une couture dans le lieu de la jonction des deux fœtus, c'est une marque que ces deux fœtus originairement séparés, se sont présentés en cet endroit l'un à l'autre; & que s'y étant mutuellement pressés, entamés & pénétrés, ils s'y sont unis de la maniére qui vient d'être rapportée. Enfin, cette couture se conçoit aussi naturellement dans le systeme des causes accidentelles, qu'elle étoit peu nécessaire dans le cas des œufs monstrueux, où l'Auteur de la nature n'auroit point eu besoin d'employer la solution de continuité pour parvenir à l'union des deux fœtus.

Cette observation n'est pas la seule qui paroisse favoriser le systeme des accidents à l'égard du Monstre de M. du Verney; & si tous les autres étoient examinés avec soin, on découvriroit aisément dans chacun, certaines parties qui fourniroient des preuves plus marquées & plus incontestables que d'autres, contre la supposition des œufs originairement monstrueux, & en faveur de l'hypothese contraire.

Et si l'on veut appliquer à plusieurs fœtus doubles ce qui se passe entre des branches d'arbres, ne peut-on pas comparer l'union des deux troncs inférieurs des deux fœtus de M. du Verney, aux branches qui partent de deux arbres différents & qui vont se joindre par leurs extrémités; & la jonction des branches par leurs côtés, à toutes les jonctions latéralles, antérieures & postérieures de deux fœtus? Et comme ce qui se passe dans le cas végétal, est extérieurement le même que ce qu'on observe dans le cas animal, tout invite à faire croire que dans l'un & dans l'autre, tout doit aussi s'être fait de la même maniére & par une semblable méchanique.

Ce qui paroît encore prouver que le Monstre de M. du Verney & tous ceux en général qui sont composés de même de deux fœtus, n'ont été formés que par la rencontre & la pression réciproque des deux germes qui appartiennent à chacun de ces Monstres, c'est l'examen de leurs parties in-

ternes : elles ſont communément de deux ſortes, naturelles & monſtrueuſes. Ces derniéres ſe trouvent dans le lieu où s'eſt fait l'union des deux fœtus; celles qui ont conſervé leur ſtructure naturelle, ſont par-tout ailleurs; ce qui s'accorde parfaitement avec l'effet naturel de la preſſion qui n'a pu produire la jonction des deux fœtus, ſans que les parties internes contenuës dans le lieu de cette jonction en ſouffriſſent plus ou moins ſuivant le degré de cette preſſion. Quand elle eſt pouſſée trop loin, les parties des deux fœtus ſe pénétrent trop avant les unes & les autres, & doivent par-là concourir mutuellement à leur deſtruction totale; mais quand cette preſſion n'eſt portée que juſqu'à un certain point, on conçoit que ſon effet peut ſe réduire alors à des déplacements de parties, à des anéantiſſements de quelques-unes, à empêcher le développement de quelques autres, à rompre l'union naturelle de certaines pour faire de nouveaux alliages de ces parties ſéparées, & pour les greffer en quelque maniére ſur d'autres avec leſquelles elles ne doivent point être unies ſelon l'ordre de la nature; enfin à produire un nouvel arrangement, moyennant lequel l'animal tout monſtrueux qu'il eſt, ne laiſſe ſouvent pas que de ſe nourrir, de vivre & de végéter, parce que le commerce & la circulation des liqueurs n'en ont point été détruits.

Par conſéquent, ſi le lieu de la jonction de deux fœtus eſt le ſeul qui contienne des parties monſtrueuſes, c'eſt qu'il eſt le ſeul dont les parties internes & externes ayent été expoſées à l'effort de la preſſion. Et ſi par-tout ailleurs les parties conſervent leur état naturel, c'eſt que la preſſion ne s'y eſt pas fait ſentir; c'eſt pour cela que dans le Monſtre de M. du Verney, où toute la preſſion mutuelle des deux fœtus n'avoit vraiſemblablement porté que ſur le bas de leurs troncs, & ne les avoit auſſi unis qu'en cet endroit, on n'a trouvé de parties monſtrueuſes que dans l'hypogaſtre; & c'eſt par la même raiſon que dans les fœtus joints par les côtés, depuis le col juſqu'au bas du tronc, il n'y a de parties monſtrueuſes que dans la poitrine & dans le bas ventre; & ces parties ſont

différemment monſtrueuſes & le ſont en plus grand nombre, ſuivant que les deux fœtus ſe ſont pénétrés & approchés de plus près & en différents ſens, par exemple, dans les uns telles parties ſont reſtées doubles & diſtinctes, qui dans les autres ſe ſont réunies, & de deux n'en ont fait qu'une.

Enfin ſi toutes les parties monſtrueuſes contenuës dans les fœtus unis enſemble, concourent à faire voir que le Monſtre n'a été formé que parce que les deux fœtus ont été preſſés l'un contre l'autre, il y a toûjours dans chacun de ces Monſtres quelques parties qui le déclarent encore plus ſenſiblement que d'autres; par exemple, on remarque dans celui de M. du Verney, qu'un des teſticules de chaque enfant étoit placé dans l'aine & renfermé dans une poche émanée du péritoine, dont l'entrée n'étoit pas fermée comme elle eſt dans les hommes, mais ouverte comme elle eſt dans les autres animaux, & que l'autre teſticule étoit à nud dans la cavité du ventre & attaché au péritoine ; ce qui donne lieu d'abord d'oppoſer, que ſi conformément au ſyſteme des œufs monſtrueux, une Intelligence toute-puiſſante eût eu le deſſein dans la formation de ces œufs, de placer dans quelques-uns les teſticules, comme ils l'étoient dans le Monſtre dont il s'agit, du moins n'auroit-elle pas laiſſé ſi fort à l'abandon, ceux ſur-tout qui ſont à nud dans le ventre, auxquels elle auroit vraiſemblablement donné une enveloppe particuliére pour les deffendre du choc des parties environnantes. Une autre obſervation qu'offre le Monſtre de M. du Verney, & qui mérite auſſi une attention particuliére de notre part, c'eſt que le ſcrotum qui étoit ſous la verge de chaque enfant, s'étoit trouvé vuide & applati, faute des teſticules qui auroient naturellement dû y être renfermés.

Je demande de quoi pouvoient ſervir alors des ſcrotums qui ne contenoient rien : eſt-il vraiſemblable que l'Auteur de la nature les eût faits, s'il eût eu deſſein de loger ailleurs & aſſés mal, les deux teſticules? Imagine-t-on qu'il les eût produits, s'ils euſſent dû être de la derniére inutilité? Et ne paroît-il pas bien plus naturel & plus vrai, par l'inſpection

de ces ſcrotums & du logement extraordinaire des teſticules, par le déſordre & le dérangement viſible qui regne dans les parties hypogaſtriques de ce Monſtre, que les extrémités inférieures des troncs des deux fœtus ayant été preſſées l'une contre l'autre, les teſticules ſont ſortis par-là de leurs enveloppes, & ont été poûſſés & rélégués irréguliérement les uns par rapport aux autres, dans un lieu étranger, où ils étoient infiniment moins bien que dans leur demeure naturelle, toûjours prête néantmoins à les recevoir par le vuide qui s'y étoit entretenu? Ce dérangement eſt tout ſimple dans le ſyſteme des cauſes accidentelles, de l'impreſſion deſquelles il a plû à l'Auteur de la nature, que les ouvrages, même partis immédiatement de ſa main, tels que ſont les germes des animaux & des végétaux, fuſſent ſuſceptibles, lorſqu'ils ſe trouveroient expoſés à leur torrent; mais ce déſordre devient moralement impoſſible dans le cas des œufs originairement monſtrueux, où rien n'auroit dû ſe faire qu'en conſéquence d'un deſſein régulier, puiſqu'il ſeroit émané du Créateur.

Au reſte, j'ai beau chercher dans le Monſtre dont il s'agit, j'avouë que je ne ſçaurois y découvrir ce qui a pû donner lieu à M. du Verney de ſe récrier ſi fort ſur le bel arrangement de cet ouvrage, dans lequel, ainſi que dans ce qui caractériſe tous ceux de cette nature, je ne vois que bouleverſement, déſordre, dérangement, confuſion, exécutions manquées. Pour s'en convaincre, il n'y auroit d'abord qu'à jetter les yeux ſur les ſuites ordinaires de l'union de deux fœtus, moyennant laquelle des parties deſtinées à obéir par leurs mouvements aux volontés de l'ame, & qui ont ſouvent pour cela la conformation requiſe & telle que l'auroient deux enfants qui ne tiendroient pas l'un à l'autre, ne peuvent cependant le faire, ou le font très-mal en vertu de cette union. Les jambes, par exemple, du Monſtre de M. du Verney, avoient tout ce qu'il falloit pour marcher, & cela auſſi-bien que d'autres enfants non unis; cependant ils n'euſſent pû le faire en avant par rapport à leur union; ils ne l'euſſent guere

pû que de côté, & encore eût-il fallu que celui qui auroit eu envie de marcher, eût attendu que l'autre l'eût voulu aussi, mais tout ceci n'est rien en comparaison de ce qui suit.

Le Monstre de M. du Verney n'avoit qu'une vessie; mais il dit formellement qu'elle paroissoit composée de deux vessies applaties & jointes l'une à l'autre par le côté, de sorte qu'il n'y avoit, à proprement parler, qu'une cavité; en conséquence de cette remarque, ne peut-on pas dire en passant, que la réprésentation non d'une seule vessie, mais de l'assemblage & de l'union de deux vessies séparées, est un grand préjugé en faveur de la réalité de cette union faite après coup. Quoi qu'il en soit, cette vessie unique étoit une espéce de cloaque, qui, au lieu de l'urine seule qui lui venoit de quatre ureteres, recevoit aussi, contre sa destination ordinaire, la matiére stercorale qui y étoit apportée par un intestin qui y donnoit; de sorte que l'urine & les excréments solides chariés dans un même lieu, n'avoient d'autre issuë pour sortir, que la verge de chaque fœtus; mais ce n'est point encore là tout le ridicule de cette construction monstrueuse.

Les deux vaisseaux déférents s'inséroient encore dans le même cloaque, où la semence des deux fœtus se seroit aussi renduë ensuite, & auroit coulé à tout instant, faute d'un Sphincter. La beauté d'un pareil arrangement ne frappe & ne mérite-t-elle pas bien d'être exaltée, sur-tout lorsqu'on y joint la réflexion suivante? Les testicules, les épididimes, les vésicules séminales, & tout ce qui appartient à ces parties, avoit sa conformation naturelle; par conséquent, en raisonnant sur le systeme des œufs originairement monstrueux, il s'ensuit que puisque l'Auteur de la nature avoit donné au Monstre de M. du Verney, les parties nécessaires pour la préparation de la liqueur séminale, son dessein avoit été que les deux fœtus dont il étoit composé, ne fussent pas stériles: cependant les vaisseaux déférents qui auroient été continuellement porter cette liqueur, non dans l'uretre, comme il l'eût fallu, mais dans la vessie où elle auroit été mêlée avec l'urine & les grosses matiéres; ces vaisseaux,

dis-je, & par leur mauvaise conformation, & par le lieu où ils auroient conduit la liqueur séminale, en auroient sûrement fait manquer l'effet, ce qu'avouë & annonce aussi M. du Verney; cela étant, que devient son éloge sur le dessein & l'arrangement des parties de son Monstre? comment n'a-t-il pas apperçû que ces parties au lieu de s'aider & de concourir ensemble à une même fonction, se contrarioient, & que les unes ne servoient qu'à détruire & à faire manquer ce qui avoit été parfaitement bien préparé par les autres? De pareilles contradictions peuvent-elles être imputées à l'Auteur de la nature? On les lui impute cependant sans y faire attention, en suivant le systeme des œufs originairement monstrueux, & il n'en faudroit pas davantage pour l'exclusion totale de ce systeme.

Il est bien vrai que deux enfants qui font partie d'un même Monstre, viennent originairement du Créateur; mais au sortir de ses mains, ils étoient séparés; leur construction étoit alors suivant l'ordre naturel; c'est l'action fortuite & immédiate de quelques-unes des causes accidentelles auxquelles les deux fœtus ont été malheureusement exposés, qui a corrompu & défiguré deux ouvrages de la nature, & en a fait un Monstre: car, comme ces sortes de causes sont par elles-mêmes aveugles & dispensées d'avoir un dessein, des vûës saines & de les suivre, elles ne jouissent que trop souvent de leurs droits, en agissant inconsidérément sur tout ce qu'elles trouvent, en faisant des alliages bizarres & déraisonnables, & donnant lieu a des constructions folles & extravagantes qui s'accordent parfaitement avec des agents qui ne voyent ni ne sçavent ce qu'ils font, mais qui jurent & ne sçauroient jamais être d'accord avec la cause respectable à laquelle le systeme des œufs originairement monstrueux les attribuë immédiatement.



DU

DU MOUVEMENT APPARENT DES ETOILES FIXES EN LONGITUDE.

Par M. CASSINI.

POUR déterminer le mouvement apparent des Etoiles fixes en longitude, les Astronomes ont pour l'ordinaire comparé la situation de ces Etoiles, telle qu'elle résultoit de leurs observations, avec celle qui avoit été déterminée par les anciens Astronomes, dont les observations les plus anciennes se montent présentement à plus de 2000 ans. 18 Juin 1738.

Quoique pendant cet intervalle le mouvement des Etoiles fixes ait été de près d'un signe entier, cependant le peu de précision avec laquelle les anciennes observations paroissent avoir été faites, a laissé toûjours quelque doute sur la quantité exacte de leur mouvement, qui se trouve différente suivant les différentes Etoiles que l'on y employe; car, comme l'on ne trouve point à présent la distance entre ces Etoiles en longitude, précisément de même que celle qu'on leur avoit assignée autrefois, il en doit résulter nécessairement des différences dans la quantité de leur mouvement, suivant les Etoiles qu'on employe pour cette détermination, dont le choix est arbitraire.

Ces différences se sont trouvées encore plus grandes, suivant les observations des divers Astronomes, que l'on a comparées ensemble, dont les plus modernes ne se sont point accordées à celles qui les ont précédées.

Suivant Hypparque qui vivoit 128 ans avant J.C. le mouvement des Etoiles fixes qu'il avoit déduit des observations de Timocharis dans l'intervalle de 155 années, étoit d'un degré en 77 années & demie, ce qu'il n'ose cependant assûrer, parce qu'il ne jugeoit pas que le temps qui s'étoit écoulé entre les observations de Timocharis & les siennes, fût assés grand pour en pouvoir décider avec quelque certitude.

Ptolémée qui ſuivit Hypparque, détermina par la comparaiſon de ſes obſervations avec celles de çet Aſtronome, le mouvement des Etoiles fixes, de deux degrés 40 minutes en 265 ans, ce qui eſt à raiſon d'environ un degré en 100 années, beaucoup plus lent qu'on ne l'a trouvé dans la ſuite par les obſervations d'Albategnius & des autres Aſtronomes Orientaux, qui l'ont déterminé de 3 degrés en 100 années, & d'un degré en 66 années & 8 mois. Enfin par la comparaiſon des obſervations anciennes avec les modernes, les uns ont trouvé que les Etoiles fixes parcouroient un degré en 70 ans, & les autres en 72 ans, ſans qu'on pût s'aſſûrer encore quelle des deux déterminations méritoit la préférence.

Il étoit donc néceſſaire, pour connoître la quantité du mouvement des Etoiles fixes plus exactement qu'on ne l'avoit déterminée juſqu'à préſent, d'avoir des obſervations modernes faites à quelques diſtances les unes des autres qu'on pût comparer enſemble, & qui, par leur exactitude, méritaſſent la préférence ſur celles qui avoient l'avantage d'avoir été faites long-temps auparavant; c'eſt ce que nous croyons pouvoir executer par la comparaiſon des obſervations qui ont été faites à Paris depuis l'établiſſement de l'Académie Royale des Sciences & de l'Obſervatoire, dans l'intervalle de près de 70 années, qui comprennent déja près d'un degré.

Entre ces obſervations nous avons choiſi d'abord celles d'Arcturus, qui furent faites par mon Pere au mois de Mai de l'année 1672, à l'Obſervatoire, dans le deſſein, comme il le marque expreſſément, de déterminer la différence d'aſcenſion droite entre cette Etoile & le Soleil.

Il avoit choiſi pour cet effet, le temps auquel le Soleil avoit la même déclinaiſon que cette Etoile, & étoit par conſéquent dans le même parallele, parce qu'alors ces deux Aſtres paroiſſoient ſucceſſivement l'un après l'autre dans la même ouverture de la Lunette à leur paſſage par le Méridien, ſans qu'on fût obligé de la changer de hauteur; de ſorte qu'obſervant l'intervalle entre le temps de leur paſſage par le fil vertical de cette Lunette, on étoit aſſûré d'avoir exactement

leur différence en ascension droite. Cette méthode n'est point sujette aux erreurs qui peuvent se glisser dans la direction de la Lunette en l'élevant ou l'abbaissant suivant un plan vertical, ou même sur un Quart-de-cercle dirigé fixement sur le plan du Méridien, par la difficulté qu'il y a de dresser le limbe de cet instrument de maniére qu'il soit dans toute son étenduë précisément sur un même plan.

Cette méthode avoit été pratiquée trois ans auparavant par M. Picard, dans le Jardin de la Bibliothéque du Roi, où il avoit dirigé une Lunette fixe au passage d'Arcturus par le Méridien, comme M. Delisle de la Croyere l'a rapporté dans les Mémoires de l'Académie de 1727, dans le dessein de s'en servir pour déterminer le mouvement des Etoiles fixes.

Dans l'observation de cette Etoile, qui fut faite en 1672, le passage du centre du Soleil par le fil vertical de la Lunette, fut déterminé le 23 Mai à $0^h\ 0'\ 9''$ à la Pendule, le 24 Mai à $0^h\ 0'\ 19''$, & le 25 Mai à $0^h\ 0'\ 30''$; de sorte que la Pendule a accéléré dans l'intervalle entre la premiére & la seconde observation, de 10 secondes, & entre la seconde & la troisiéme, de 11", ce que j'ai cru devoir rapporter ici, parce que si la Pendule avoit eu des irrégularités considérables d'un jour à l'autre, causées, comme il arrive quelquefois, par les différentes températures de l'air, on ne pourroit pas s'assûrer de l'heure précise de l'observation de l'Etoile faite dans les temps intermédiaires.

Le passage d'Arcturus par le fil vertical de la Lunette fut observé le 23 Mai $9^h\ 55'\ 37''$ après celui du Soleil. Pendant cet intervalle, la Pendule a avancé de 4 secondes 8 tierces, à raison de 10 secondes pour 24 heures; les retranchant de $9^h\ 55'\ 37''$, on aura la différence horaire d'ascension droite entre Arcturus & le Soleil, de $9^h\ 55'\ 32''\ 52'''$.

La hauteur méridienne d'Arcturus fut observée le 23 Mai, de $62^d\ 5'\ 10''$, & le 24 Mai, de $62^d\ 5'\ 0''$, ce qui donne la moyenne, de $62^d\ 5'\ 5''$, dont retranchant la réfraction & la

hauteur de l'Equateur, reste sa déclinaison septentrionale, de $20^d\ 54'\ 45''$.

La hauteur méridienne du bord supérieur du Soleil fut observée le 23 Mai, de $62^d\ 14'\ 57''$, ce qui donne la hauteur de son centre, de $61^d\ 59'\ 5''$, plus petite seulement de 6 minutes que celle d'Arcturus, ce qui rend cette observation très-favorable pour cette recherche, parce que non-seulement Arcturus avoit passé ce jour-là par le Méridien dans la même ouverture de la Lunette que le Soleil, mais même il avoit rencontré le fil vertical à une distance peu considérable de l'endroit par où les bords du Soleil avoient passé; de sorte que quand ce fil n'auroit pas été exactement dans la direction du Méridien, il ne pouvoit en résulter aucune erreur sensible dans l'intervalle entre les passages de cette Etoile & du Soleil, qui mesure leur différence en ascension droite.

Le 25 Mai suivant, le passage d'Arcturus fut observé $9^h\ 47'\ 34''$ après le Soleil, dont retranchant $4''\frac{1}{2}$ pour l'accélération de la Pendule pendant cet intervalle, à raison de 11 secondes pour 24 heures, on aura la différence d'ascension droite entre Arcturus & le Soleil, de $9^h\ 47'\ 29''\frac{1}{2}$ réduite au temps vrai.

La hauteur méridienne apparente du bord inférieur du Soleil fut observée ce jour-là, de $62^d\ 4'\ 0''$, ce qui donne la hauteur de son centre, de $62^d\ 19'\ 53''$, plus grande de près de 15 minutes que celle d'Arcturus, au lieu que le 23 Mai elle étoit plus petite de 6 minutes, ce qui fait voir que le Soleil avoit passé précisément par le parallele d'Arcturus dans l'intervalle entre ces observations.

J'ai cru devoir rapporter ici toutes les circonstances de ces observations, parce que comme elles doivent servir de fondement pour une recherche qui demande une grande précision, on sera plus en état de juger de celle que l'on en doit attendre.

Réduisant en degrés les différences que l'on vient de déterminer entre l'ascension droite d'Arcturus & celle du Soleil, à raison de 360 degrés pour 24 heures, on aura cette diffé-

rence le 23 Mai, de 148ᵈ 53′ 13″, à 9ʰ 55′ 32″ 52‴, & le 25 Mai, de 146ᵈ 52′ 23″, à 9ʰ 47′ 29″½, temps vrai du paſſage d'Arcturus par le Méridien dans ces deux obſervations.

Calculant pour les mêmes temps l'aſcenſion droite du Soleil par mes Tables, je l'ai trouvée dans la premiére obſervation, de 61ᵈ 17′ 42″, & dans la ſeconde, de 63ᵈ 18′ 28″; l'ajoûtant à la différence que l'on vient de déterminer, on aura par l'obſervation du 23 Mai, l'aſcenſion droite d'Arcturus, de 210ᵈ 10′ 55″, & par celle du 25 Mai, de 210ᵈ 10′ 51″, avec une différence ſeulement de l'une à l'autre, de 4 ſecondes.

On a employé dans la recherche de l'aſcenſion droite de cette Etoile, la méthode qui conſiſte à réduire en degrés la différence entre l'aſcenſion droite de l'Etoile & du Soleil, à raiſon de 360 degrés pour 24 heures, & à y ajoûter l'aſcenſion droite du Soleil pour le temps vrai du paſſage de l'Etoile par le Méridien; mais comme cette méthode, quoiqu'exacte dans la théorie, peut être ſuſceptible de quelqu'erreur dans la pratique, à cauſe de quelqu'irrégularité de la Pendule dans le retour du Soleil au Méridien, nous avons jugé à propos d'y employer auſſi une autre méthode, ſuivant laquelle on calcule l'aſcenſion droite du Soleil pour le midi du jour propoſé, que l'on ajoûte à la différence entre l'aſcenſion droite de l'Etoile & celle du Soleil, qu'on a réduite en degrés, à raiſon de 360 degrés, pour le temps que l'Etoile a employé à retourner au Méridien.

Quoique ces deux méthodes paroiſſent revenir précisément au même, cependant comme dans la premiére on employe le retour du Soleil au Méridien d'un jour à l'autre, & dans la ſeconde, le retour de l'Etoile à ce Méridien, qui arrivent dans des heures différentes, on doit trouver quelque différence dans le réſultat, lorſqu'il y a dans le mouvement de la Pendule quelqu'irrégularités qui ne ſont pas les mêmes dans ces différents intervalles, & nous avons cru qu'on ne devoit rien négliger pour s'aſſûrer de la différence véritable en

ascension droite entre Arcturus & le Soleil, qui résulte de cette observation.

Ayant donc pris la différence entre le passage d'Arcturus par le Méridien, observé le 23 Mai 1672, à 9^h 55′ 46″, & le 25, à 9^h 48′ 4″, on aura 7′ 42″ dont cette Étoile a avancé dans l'espace de deux révolutions, ce qui donne sa révolution journaliére, de 23^h 56′ 9″ à la Pendule, qui accéléroit par conséquent de 5 secondes sur le moyen mouvement; & réduisant la différence entre le passage d'Arcturus & du Soleil observée de 9^h 55′ 37″ en degrés, à raison de 360 degrés pour 23^h 56′ 9″, on a leur différence d'ascension droite, de 149^d 18′ 13″, qui étant ajoûtée à l'ascension droite du Soleil, calculée pour le midi du 23 Mai, de 60^d 52′ 43″, donne celle d'Arcturus, de 210^d 10′ 56″, à une seconde près de celle que l'on avoit déterminée par la premiére méthode.

Réduisant pareillement en degrés la différence entre le passage d'Arcturus & du Soleil, observée le 25 Mai de 9^h 47′ 34″, on a leur différence d'ascension droite de 147^d 17′ 8″, qui étant ajoûtée à l'ascension droite du Soleil pour le midi du 25 Mai, calculée de 62^d 53′ 43″, donne l'ascension droite d'Arcturus de 210^d 10′ 51″, précisément de la même quantité qu'on l'avoit trouvée par la premiére méthode; ce qui fait voir que le mouvement de la Pendule dans l'intervalle entre ces observations a été réglé & uniforme.

Si j'avois employé d'autres Tables que les miennes dans le calcul de l'ascension droite du Soleil, j'aurois pû trouver celle d'Arcturus plus grande ou plus petite de quelques secondes que je ne l'ai déterminée, mais la différence en ascension droite, dont on a seulement besoin dans cette recherche, auroit toûjours été d'une quantité égale dans les observations du 23 & du 25 Mai, parce que les éléments dont les Astronomes se servent présentement pour calculer le vrai lieu du Soleil & son ascension droite, ne différent pas assés les uns des autres pour produire une différence sensible dans l'intervalle de deux jours qui se sont écoulés entre ces observations.

Prenant un milieu entre ces deux déterminations, on aura l'ascension droite d'Arcturus le 24 Mai 1672, de 210^d 10′ 53″$\frac{1}{2}$, par le moyen de laquelle & de sa déclinaison déterminée ci-dessus de 20^d 54′ 45″, on trouvera, en supposant l'obliquité de l'Ecliptique de 23^d 29′ 0″, telle qu'elle étoit alors, sa longitude de 6^f 19^d 39′ 37″, & sa latitude septentrionale de 30^d 57′ 26″.

Ayant ainsi établi le vrai lieu d'Arcturus pour la fin de Mai de l'année 1672, j'ai essayé d'en déduire le mouvement des Etoiles fixes par les observations que j'en ai faites cette année dans la même saison & dans le temps où le Soleil s'est trouvé dans le même parallele avant & après.

Ces observations ont été faites au nombre de six dans l'espace de sept jours, y en ayant eu cinq consécutives. J'ai eu aussi l'avantage d'observer le Soleil par le même Quart-de-cercle fixe à son passage par le Méridien tous les jours depuis le 18 jusqu'au 25 Mai, à la réserve d'un seul, ce qui m'a donné le moyen d'employer les deux méthodes que j'ai expliquées ci-dessus pour déterminer l'ascension droite de cette Etoile.

Le passage d'Arcturus par le fil vertical de la Lunette du Quart-de-cercle fixe placé dans le Cabinet de la Tour orientale de l'Observatoire, a été observé

Le 18 Mai à	10^h	22′	43″
Le 20	10	14	36
Le 21	10	10	33
Le 22	10	6	30
Le 23	10	2	26
Et le 24.	9	58	20$\frac{3}{4}$

En comparant ensemble ces observations, on voit que dans les cinq premiéres la Pendule a eu un mouvement uniforme, & qu'il n'y a que la derniére où elle ait paru retarder davantage qu'à l'ordinaire.

A l'égard du passage du centre du Soleil par le même fil

vertical, déduit de celui des bords, il a été obſervé

Le 18 Mai à	0^h	$0'$	$25''\frac{1}{4}$
Le 19	0	0	$20\frac{1}{2}$
Le 20	0	0	$15\frac{3}{4}$
Le 21	0	0	11
Le 22	0	0	8
Le 24	0	0	0
Et le 25	11	59	54

Dans les quatre premiéres de ces obſervations le retardement de la Pendule d'un jour à l'autre a été uniforme, & il y a eu quelques variations dans les trois autres, ſur-tout dans la derniére du 25 Mai.

En comparant enſemble ces obſervations, on voit que le paſſage d'Arcturus a été obſervé le 18 Mai $10^h\ 22'\ 17''\frac{3}{4}$ après celui du Soleil. Y ajoûtant deux ſecondes à cauſe du retardement de la Pendule, qui du 18 au 19 Mai a été de $4''\frac{3}{4}$, on aura la différence entre l'aſcenſion droite d'Arcturus & celle du Soleil de $10^d\ 22'\ 19''\frac{3}{4}$, qui, réduites en degré, font $155^d\ 34'\ 56''$. Les ajoûtant à l'aſcenſion droite du Soleil, qui au temps du paſſage de l'Etoile par le Méridien, étoit de $55^d\ 21'\ 8''$, on aura l'aſcenſion droite d'Arcturus le 18 Mai 1738 de $210^d\ 56'\ 4''$.

Le 20 Mai le paſſage d'Arcturus a été obſervé de $10^h\ 14'\ 20''\frac{1}{4}$ après le Soleil. Y ajoûtant deux ſecondes, on aura la différence entre l'aſcenſion droite d'Arcturus & celle du Soleil, de $10^h\ 14'\ 22''\frac{1}{4}$, ou $153^d\ 37'\ 37''\frac{1}{2}$, qui étant ajoûtée à l'aſcenſion droite du Soleil, qui étoit alors de $57^d\ 20'\ 20''$, donne celle d'Arcturus de $210^d\ 55'\ 57''\frac{1}{2}$.

Ces deux déterminations de l'aſcenſion droite d'Arcturus, ſont préférables à celles que l'on peut déduire par la ſeconde méthode, en employant l'intervalle de temps entre le retour d'Arcturus au Méridien, parce qu'on n'a pas obſervé le 17 & le 19 Mai, le paſſage de cette Etoile, pour en conclurre la quantité exacte de ſa révolution.

C'eſt par la même raiſon que nous avons préféré dans la ſuite la détermination qui réſulte de la révolution d'Arcturus, depuis le 20 juſques & compris le 24 Mai ſans aucune interruption.

Dans l'obſervation du 21 Mai, le paſſage d'Arcturus eſt arrivé 10^h 10′ 22″ après celui du Soleil, ce qui, à raiſon de 23^h 55′ 57″, retour de cette Etoile au Méridien, du 20. au 21 Mai, donne leur différence en aſcenſion droite, de 153^d 1′ 19″, qui, étant ajoûtée à l'aſcenſion droite du Soleil, calculée pour le 21 Mai à midi, de 57^d 54′ 44″, donne celle de l'Etoile, de 210^d 56′ 3″.

Dans l'obſervation du 22 Mai le paſſage d'Arcturus eſt arrivé 10^h 6′ 14″ après celui du Soleil, ce qui, à raiſon de 23^h 55′ 57″, retour de cette Etoile au Méridien entre le 21 & le 22 Mai, donne leur différence en aſcenſion, de 152^d 1′ 9″, qui étant ajoûtée à l'aſcenſion droite du Soleil, calculée pour le 22 Mai à midi, de 58^d 54′ 47″, donne celle de l'Etoile, de 210^d 55′ 56″.

Dans l'obſervation du 23 Mai le paſſage d'Arcturus eſt arrivé 10^h 2′ 22″ après celui du Soleil, qui, ſuivant les obſervations du 22 & du 24 Mai, a dû paſſer par le fil vertical à 0^h 0′ 4″. Les convertiſſant en degrés, à raiſon de 23^d 55′ 56″, temps de la révolution de cette Etoile entre le 22 & le 23 Mai, on aura leur différence en aſcenſion droite, de 151^d 1′ 4″, qui étant ajoûtée à l'aſcenſion droite du Soleil, calculée pour le 23 Mai à midi, de 59^d 54′ 59″, donne celle de l'Etoile de 210^d 56′ 3″.

Enfin on a obſervé le 24 Mai le paſſage d'Arcturus 9^h 58′ 20″$\frac{3}{4}$ après celui du Soleil. Les convertiſſant en degrés, à raiſon de 23^d 55′ 54″$\frac{3}{4}$, temps de la révolution de cette Etoile entre le 23 & le 24 Mai, on aura leur différence en aſcenſion droite, de 150^d 0′ 44″, qui étant ajoûtée à l'aſcenſion droite du Soleil, calculée pour le 24 Mai à midi, de 60^d 55′ 19″$\frac{1}{2}$, donne celle de l'Etoile, de 210^d 56′ 3″$\frac{1}{2}$.

En comparant enſemble l'aſcenſion droite d'Arcturus qui réſulte de toutes ces obſervations, on trouve qu'il y en a

trois qui s'accordent dans la seconde, & que les plus éloignées ne différent l'une de l'autre que de 8 à 9 secondes, ce qui est une précision au de-là de ce que l'on peut espérer dans ces sortes d'observations, où l'erreur d'une seconde dans le temps, en produit une de 15 secondes de degré dans la détermination de l'ascension droite des Etoiles.

Prenant un milieu, on aura l'ascension droite d'Arcturus à la fin de Mai 1738, de $210^d\ 56'\ 1''$, qui ne differe que d'une seconde de celle qui résulte du calcul fait suivant la premiére méthode.

Il est à propos de faire remarquer que dans l'observation des 20, 21 & 24 Mai, on a eu soin de diriger la Lunette du Quart-de-cercle fixe, de maniére que cette Etoile passât par le même endroit du fil vertical que les bords du Soleil, afin d'éviter l'erreur qui auroit pû être causée par l'inclinaison du fil vertical, s'il en avoit eu quelqu'une à l'égard de la direction du Méridien. On eût aussi attention de laisser la Lunette immobile le 22 & le 23 Mai, jours auxquels Arcturus étoit à peu-près dans le même parallele que le Soleil, de peur qu'il n'arrivât dans sa direction, quelque variation, en l'élevant ou l'abbaissant pour observer quelques autres Etoiles. On eut encore la précaution de placer ces jours-là dans la Boite de la Pendule, un Thermometre de M. de Reaumur, que l'on observa en différents temps de la journée, dont la variation n'excéda pas un degré depuis le 22 jusqu'au 23 Mai, mais qui s'éleva de 3 degrés jusqu'au 25 Mai, ce qui peut être la cause de l'irrégularité qui fut observée depuis le 24 jusqu'au 25 du même mois dans le mouvement de la Pendule, qui a dû retarder à cause de son allongement produit par l'augmentation de la chaleur. Enfin pour s'assûrer si la Pendule avoit un mouvement uniforme pendant les 24 heures, on avoit placé à côté une autre Pendule, que l'on eut soin de comparer en diverses heures du jour avec celle dont on s'étoit servi pour l'observation, & qui s'y est accordée avec toute la précision possible.

La hauteur méridienne d'Arcturus fut observée le 18 &

le 20 Mai, de 61d 44′ 10″, ce qui donne sa déclinaison de 20d 33′ 50″.

L'ascension droite & la déclinaison d'Arcturus étant ainsi déterminées, on a calculé, en supposant l'obliquité de l'Ecliptique de 23d 28′ 30″, telle qu'elle a été déterminée par les observations faites au Perou, sa longitude, que l'on a trouvée de 6s 26d 34′ 45″ avec une latitude septentrionale de 30d 55′ 26″.

Suivant les observations de mon Pere, faites en 1672, on a trouvé la longitude d'Arcturus de 6s 19d 39′ 36″. La différence est de 55′ 9″, qui étant partagée par 66 années, intervalle entre ses observations & les nôtres, donne le mouvement annuel des Etoiles fixes, de 50″ 8‴.

Si l'on examine de même ce qui résulte des observations d'Arcturus faites par M. Picard en 1669, on trouvera, en prenant un milieu entre ces différentes déterminations, l'ascension droite de cette Etoile, de 210d 9′ 2″.

A l'égard de sa déclinaison, comme elle n'a pas été observée alors, nous la déduirons de l'observation de 1672, où elle a été trouvée de 20d 54′ 45″, auxquels il faut ajoûter 1′ 57″ dont elle s'est approchée de l'Equateur dans l'espace de trois ans, & on aura sa déclinaison en 1669, de 20d 55′ 42″, qui ne differe que de 9 secondes de celle que M. de la Croyere a déduite des Tables de M. de la Hire.

L'ascension droite & la déclinaison d'Arcturus étant ainsi déterminées, nous avons, en supposant l'obliquité de l'Ecliptique de 23d 29′ 0″, telle que nous l'avions employée dans l'observation de 1672, trouvé sa longitude de 6s 19d 37′ 18″, & sa latitude de 30d 58′ 4″.

Suivant nos observations la longitude d'Arcturus étoit en 1738 de 6s 20d 34′ 45″. Le mouvement de cette Etoile en longitude a donc été de 57′ 27″ en 69 années, ce qui est à raison de 49″ 57‴ par année, & s'éloigne de 11 tierces seulement de celui qui résulte des observations de mon Pere.

Comme le mouvement annuel d'Arcturus que nous venons de déduire, tant des observations de M. Picard que de

celles de mon Pere, excede de plus d'une seconde de degré celui que M. de la Croyere avoit déterminé par les observations de M. Picard, qu'il avoit comparées aux siennes après un intervalle de 55 années, en y employant le lieu du Soleil qui résultoit des Tables de M. de la Hire; j'ai cru devoir me servir des mêmes Tables pour déterminer la longitude d'Arcturus qui résulte des observations de mon Pere & des miennes; & quoique suivant ces derniéres Tables, le lieu du Soleil fut plus avancé d'une demi-minute ou environ que suivant les nôtres, je n'ai trouvé qu'une seconde dans la différence d'ascension droite qui en résulte, ce qui fait voir que les différentes Tables que l'on peut employer pour cette recherche, ne font pas paroître le mouvement des Etoiles fixes plus ou moins grand.

Mais comme l'on pourroit attribuer la différence qui se trouve entre ces différentes déterminations du mouvement des Etoiles fixes à quelques variations dans celui du Soleil, qui n'employe peut-être pas toûjours le même intervalle de temps à retourner au même point de son orbe, j'ai cherché s'il y avoit dans nos journaux quelques observations d'Arcturus qui ayent été faites dans les mêmes circonstances, & j'en ai trouvé une de feu M. Maraldi, du 23 Mai 1695.

La hauteur méridienne du bord supérieur du Soleil fut observée ce jour-là de $62^d\ 7'\ 10''$, ce qui donne la hauteur de son centre de $61^d\ 51'\ 20''$, éloignée seulement de 6 minutes de celle d'Arcturus, qui fut trouvée de $61^d\ 57'\ 30''$; ce qui rend cette observation, comme on l'a remarqué ci-dessus, favorable pour cette recherche.

Le passage du centre du Soleil par le fil vertical du Quart-de-cercle fixe qui est dans la Tour supérieure occidentale de l'Observatoire, fut observé le 23 Mai à $0^h\ 2'\ 10''$, & le jour suivant à $0^h\ 2'\ 27''$, ce qui donne l'accélération de la Pendule, de 17 secondes en 24 heures.

La différence entre le passage d'Arcturus & celui du centre du Soleil, fut trouvée de $9^h\ 58'\ 59''$, dont il faut retrancher $7''\ 5'''$, pour avoir leur distance véritable en ascension

droite, de 9^h 58′ 51″ 55‴, qui, converties en degrés, font 149^d 42′ 59″. Y ajoûtant l'ascension droite du Soleil qui, au temps du passage d'Arcturus par le Méridien, étoit de 60^d 43′ 57″, on aura l'ascension droite d'Arcturus, de 210^d 26′ 56″.

On aura aussi par le moyen de la hauteur méridienne de cette Etoile, observée de 61^d 57′ 30″, sa déclinaison septentrionale, de 20^d 47′ 10″, & supposant l'obliquité de l'Ecliptique, de 23^d 28′ 50″, telle qu'elle l'étoit alors, on aura sa longitude de 6^s 19^d 59′ 11″, & sa latitude septentrionale de 30^d 57′ 3″. Nous avons trouvé en 1738, cette longitude de 6^s 20^d 34′ 45″, la différence est de 35′ 42″, qui, étant partagée par 43 années, intervalle entre les observations de 1695 & de 1738, donne son mouvement annuel de 49″ 49‴, plus petit de 19‴ que celui que nous avons déterminé; ce qui pourroit faire soupçonner que le mouvement du Soleil ou celui d'Arcturus n'ont pas été uniformes, si l'on pouvoit s'assûrer dans la comparaison de ces observations, d'être arrivé à la précision de 13 ou 14 secondes de degré, qui causent toute cette différence.

Après avoir déterminé le mouvement d'Arcturus en longitude, de la maniére que je l'ai rapporté, j'ai examiné s'il y avoit parmi nos observations, quelques autres Etoiles observées dans le même parallele que le Soleil, ou à peu-près, & j'en ai trouvé une faite en 1695 par le Quart-de-cercle fixe de la Tour occidentale, de la Luisante de l'Aigle, dont la hauteur méridienne fut observée le 2 Septembre, de 49^d 18′ 0″, peu différente de celle du bord supérieur du Soleil, qui étoit ce jour-là de 49^d 15′ 0″, ce qui rend cette observation favorable pour la recherche du mouvement des Etoiles fixes.

Le passage du centre du Soleil par le fil vertical de la Lunette, fut déterminé le 2 Septembre 1695 à 0^h 0′ 14″, & le 3 Septembre à 0^h 0′ 6″, avec une différence de 8″, dont la Pendule a retardé dans l'espace de 24 heures.

On observa aussi la différence entre le passage du Soleil

& celui de l'Aigle, de 8h 48′ 4″, auxquelles il faut ajoûter 2″ 56‴, à cause du retardement de la Pendule, & l'on aura 8h 48′ 6″ 56‴, qui, converties en temps, donnent leur différence en ascension droite, de 132d 1′ 44″. Y ajoûtant l'ascension droite du Soleil, qui, au temps du passage de l'Aigle par le Méridien, étoit de 161d 57′ 23″, on aura l'ascension droite de l'Aigle de 293d 59′ 7″.

La déclinaison de cette Etoile déduite de l'observation de sa hauteur méridienne, étoit alors de 8d 7′ 20″, & supposant l'obliquité de l'Ecliptique de 23d 29′ 0″, on trouvera la longitude de cette Etoile, de 9f 27d 29′ 40″, & sa latitude boréale de 29d 20′ 24″.

Le passage du centre du Soleil par le fil vertical de la Lunette du Quart-de-cercle fixe du cabinet de la Tour orientale, a été observé le 31 Août 1737 à 11h 57′ 15″, & le 2 Septembre à 11h 55′ 51″ $\frac{1}{2}$, ce qui donne le retardement de la Pendule, de 1′ 23″ $\frac{1}{2}$ en deux jours, & le passage du Soleil pour le 1.er Septembre à 11h 56′ 33″ $\frac{1}{4}$. La différence entre ce passage & celui de l'Aigle, qui a été observée le 1.er Septembre à 8h 50′ 39″ $\frac{1}{2}$, a donc été de 8h 54′ 6″ $\frac{1}{4}$, auxquelles il faut ajoûter 15″ $\frac{1}{2}$ pour le retardement de la Pendule, & on aura la différence entre l'ascension droite du Soleil & celle de l'Aigle, de 8h 54′ 21″ $\frac{3}{4}$, qui, converties en degrés, font 133d 35′ 25″. Y ajoûtant l'ascension droite du Soleil, qui, au temps du passage de l'Aigle par le Méridien, étoit de 160d 54′ 14″, on aura celle de l'Aigle, de 294d 29′ 31″.

La déclinaison de cette Etoile, déduite de sa hauteur méridienne observée de 49d 23′ 0″, étoit de 8d 12′ 20″, & supposant l'obliquité de l'Ecliptique, de 23d 28′ 30″, on trouvera sa longitude de 6f 28d 4′ 31″, & sa latitude septentrionale de 29d 19′ 50″. On avoit déterminé en 1695 la longitude de cette Etoile de 6f 27d 29′ 6″ $\frac{1}{2}$. La différence est de 35′ 4″ $\frac{1}{2}$, qui, étant partagée par 42 années, intervalle entre les observations de 1695 & de 1737, donne le mouvement annuel de l'Aigle, de 50″ 6‴, peu différent

de celui que l'on a trouvé par les obſervations d'Arcturus.

On voit par la comparaiſon de ces obſervations, qu'il y a un plus grand accord dans le mouvement des Etoiles fixes qui réſulte des obſervations modernes, que dans celui que l'on a trouvé par les obſervations anciennes, ce qui ſembleroit devoir donner la préférence aux modernes, ſi l'on étoit aſſûré que la variation de l'obliquité de l'Ecliptique, que nous avons ſuppoſée d'une demi-minute dans l'intervalle entre nos obſervations, fût toûjours conſtante, & que la Terre ou le Soleil employât toûjours le même intervalle de temps à retourner au même point du Ciel.

C'eſt dans ce deſſein que nous nous propoſons d'obſerver, comme nous l'avons déja fait, la différence d'aſcenſion droite entre diverſes Etoiles fixes & le Soleil lorſqu'il eſt dans le même parallele, afin que l'on puiſſe les comparer, tant avec celles que l'on a faites juſqu'à préſent dans les mêmes circonſtances, qu'avec celles que l'on fera dans la ſuite, pour déterminer avec encore plus d'évidence le mouvement apparent des Etoiles fixes, dont la connoiſſance eſt, pour ainſi dire, la baſe & le fondement de l'Aſtronomie, puiſque n'y ayant point dans le Ciel de points fixes viſibles, il eſt néceſſaire de rapporter à ces Etoiles le mouvement de toutes les autres Planetes.



SUR DU SEL DE GLAUBER TROUVÉ DANS LE VITRIOL SANS ADDITION DE MATIERE ETRANGERE.

Par M. HELLOT.

23 Mai 1738.

LE Vitriol verd ou ferrugineux eſt un Sel ſi connu que je ſuis diſpenſé de le décrire. On ſçait qu'il eſt formé par l'union de l'acide ſulphureux des Pyrites au fer qu'on lui donne à diſſoudre, pour en avoir un Sel en forme concrete : c'eſt du moins de cette maniére qu'on prépare celui d'Angleterre, qui, de tous les Vitriols, eſt le plus ferrugineux. On ſçait auſſi que ce Sel contient un principe ſulphureux, ſoit que ſon acide l'ait retenu des Pyrites, ſoit qu'il l'ait pris dans le fer; puiſque quand on le diſtille, il s'échappe par les jointures des vaiſſeaux une odeur de ſoufre brûlant très-pénétrante.

Il y a auſſi des Vitriols, celui de Suede, par exemple, qui peuvent être alumineux, puiſque la marcaſſite jaune & dorée de celui-ci, donne d'abord du ſoufre par diſtillation, enſuite du Vitriol par leſſive, lorſque le réſidu du ſoufre a été longtemps expoſé à l'air; & enfin, de l'Alun, par le moyen de l'urine & d'une leſſive de cendres qu'on fait bouillir avec l'eau-mere de ce Vitriol.

M. Lemery a fait voir qu'après une diſtillation modérée du Vitriol verd, on retire de ſon colcothar par des leſſives, un Sel de la nature de l'Alun. J'y trouve de plus une terre criſtalline qui ſe vitrifie, &, ce qui eſt le principal objet de ce Mémoire, un Sel de Glauber bien caractériſé.

Mem. ſur le Vitriol. Mem. de l'Ac. 1735.

Si, ſelon M. Boulduc, on peut ſoupçonner du Sel de Glauber par-tout où il y a du Sel marin, on peut à plus forte raiſon ſoupçonner qu'il y a eu du Sel marin par-tout où il y aura du Sel de Glauber : donc le Sel marin eſt actuellement, ou a pu être

Mem. ſur les Eaux de Bourb. année 1729. page 266.

pu être originairement, dans le Vitriol verd d'Angleterre; car c'eſt dans ce Vitriol que j'ai trouvé du Sel de Glauber. N'ayant point examiné les autres Vitriols dans cette vûë, je ne puis aſſûrer s'ils en contiennent ou non.

Tous les Chymiſtes ſçavent que ce qu'on nomme *Sel de Glauber*, eſt un Sel concret compoſé de l'acide vitriolique & de la baſe du Sel marin, quelle qu'elle ſoit, terreuſe ou ſaline. Ils ſçavent auſſi que tout autre acide uni à cette baſe, ou toute autre baſe unie à l'acide vitriolique, ne formera jamais le Sel en queſtion. Ainſi, ſi je fais voir du Sel de Glauber dans le Vitriol, j'aurai démontré qu'il contient du Sel marin, ou, du moins, qu'il en contient la baſe. Il n'y auroit rien de ſingulier dans cette découverte, ſi l'on pouvoit par des expériences rendre inconteſtable le ſentiment de Beccher, qui prétend que tous les Sels doivent leur origine au Sel de la Mer.

M. Lémery pour avoir un Sel alumineux ne pouſſe pas la diſtillation du Vitriol à l'extrême, afin de conſerver l'acide engagé dans la terre avec laquelle il doit former ce Sel, & de le retirer enſuite par leſſive. Pour moi j'ai fait la diſtillation du Vitriol par un feu de fonte de quatre jours & quatre nuits, dont la violence équivaloit à une diſtillation continuée pendant ſept ou huit jours, telle que Kunckel la preſcrit pour dépouiller entiérement le Vitriol de ſon acide, en ſorte que de ce qui reſte dans la cornuë, on ne puiſſe retirer que peu ou point de Sel.

J'avois pris près de dix-huit livres de Couperoſe verte d'Angleterre. Ce Vitriol avoit été calciné juſqu'au rouge, & réduit par cette calcination à ſix livres. Ces ſix livres avoient repris en deux jours, quoique miſes dans un pot couvert, près de neuf onces d'humidité; ainſi, j'avois mis dans une cornuë d'Allemagne, ſix livres neuf onces de matiére. Le feu violent qu'on a entretenu deſſous, a ſi bien chaſſé tout l'acide de ce colcothar, que du *caput mortuum* noir & dur qui m'eſt reſté, je n'ai pû retirer par des leſſives & des digeſtions longues & répétées, que deux onces &

demie de Sel, qui étoit même fort terreux.

Je fis voir au mois d'Août dernier le produit de cette distillation. C'est une huile de Vitriol glaciale, qui s'est trouvée toute entiére en forme cristalline & noire, dans les deux vaisseaux enfilés qui servoient de récipient à la cornuë. A la vérité, j'en avois séparé neuf à dix onces de flegme insipide qui avoit distillé dans un premier récipient ajusté pour le recevoir, & auquel je substituai les deux autres, aussi-tôt qu'il parut des vapeurs blanches.

La réussite de cette opération, qui donne une huile de Vitriol toute glaciale & sans liqueur, dépend des précautions qu'on prend pour empêcher que les vapeurs acides, chassées par le feu d'un Vitriol calciné au rouge, n'ayent de communication avec l'air extérieur pendant la distillation; car alors elles attireroient de l'air un flegme qui les entretiendroit liquides dans le récipient. Il faut que ce récipient soit assés éloigné du fourneau pour qu'il puisse rester froid, afin que les vapeurs s'y condensent. Il faut aussi qu'il y ait de l'espace pour qu'elles puissent s'étendre, & pour que les explosions sulphureuses qui partent de temps en temps de la cornuë, ne rompent pas les vaisseaux; car quoique la calcination précédente du Vitriol en ait chassé le plus volatile, il y reste encore assés de principes inflammables, ne fût-ce que celui du Fer, pour que l'acide qui se dégage, forme avec lui un soufre, ou, au moins, un mélange qui seroit inflammable comme le Soufre commun, s'il n'étoit pas surchargé d'acide.

Je n'ai point trouvé de meilleur moyen pour réussir, que d'adapter au col de la cornuë, un récipient à deux cols, & au col inférieur de ce récipient, un grand balon; c'est ce que je nomme *Vaisseaux enfilés*.

Cette huile glaciale est très-difficile à retirer du balon, parce qu'aussi-tôt que l'air la frappe, il en sort des vapeurs sulphureuses si épaisses, qu'on est obligé de poser le vaisseau sur quelqu'appui, dans un endroit plus élevé que la tête; sans quoi il ne seroit pas possible de s'y tenir exposé pendant une minute, sans être suffoqué.

L'huile glaciale eſt noire, parce que les vapeurs acides emportent avec elles un peu de cette matiére huileuſe dont le Vitriol eſt rarement exempt, & qu'on trouve toûjours après les ſolutions & criſtalliſations répétées de ce Sel, dans une eau-mere qui ne ſe criſtalliſe plus. Or on ſçait que la plus petite portion de matiére inflammable noircit aſſés vîte l'huile de Vitriol blanche la mieux rectifiée. L'acide vitriolique, quand il eſt chaſſé par un grand feu, éleve auſſi des parties ferrugineuſes, ou qui peuvent le devenir. On les démontre aiſément dans l'huile de Vitriol commune & noire, ou dans ces criſtaux noirâtres de l'huile glaciale, ſi on les diſſout dans une grande quantité d'eau diſtillée; car au bout de ſept à huit jours de digeſtion, il s'en précipite une poudre ou ſédiment en flocons, qui, calciné à feu violent, a des parties attirables par l'Aimant; récalciné avec de la Cire, il eſt preſque tout Fer.

Outre la matiére huileuſe & cette portion de Fer, l'huile de Vitriol emmene encore avec elle dans la diſtillation, une terre blanche, peſante & de nature criſtalline, que l'eſprit de Vin ſépare de cet acide le mieux rectifié. J'en ai parlé dans mes obſervations ſur l'Æther, imprimées à la fin du Mémoire de M.[rs] du Hamel & Groſſe, ſur cette liqueur ſpiritueuſe. On trouve une ſemblable terre peſante dans le Sel extrait par leſſive du *caput mortuum* de l'huile glaciale, ainſi que je le dirai inceſſamment en parlant de ce Sel.

Mémoires de l'Académie, ann. 1734.

Caneparius, dans ſon Traité *de Atramentis*, donne un prétendu moyen de dulcifier l'huile de Vitriol, en la cohobant pluſieurs fois ſur le Sel du colcothar. Je n'ai pas préparé le Vitriol par des ſolutions, filtrations & criſtalliſations répétées, comme il le preſcrit, parce que cette préparation ne ſert qu'à ſéparer du Vitriol, des terres inutiles, & à rendre l'acide plus facile à s'élever dans la diſtillation. Ce que la diſtillation donne à *Caneparius*, n'étant qu'une huile de Vitriol; j'en avois de très-rectifiée, & acide pour acide, je crus que la mienne valoit bien celle de ſa préparation. Il s'agiſſoit de ſçavoir ſi la dulcification étoit véritable, & de quelle maniére

elle se faisoit; car l'Auteur que je cite, ne s'explique pas toûjours avec beaucoup de clarté.

N'ayant point alors de Sel de colcothar tout préparé, je fis la lessive du *caput mortuum* noir de mon huile de Vitriol glaciale. Je le tenois exposé à l'air depuis six mois dans une cucurbite de verre. J'en eus une liqueur saline, qui en se concentrant par évaporation sur le bain de sable, devint verte, & que je n'ai jamais pû cristalliser. Les premiéres pellicules salines avoient un goût terreux, stiptique & tirant un peu sur le salé. Elles se précipitérent d'elles-mêmes, & il leur en succéda d'autres, qui, à la longue, devinrent legérement acides. Ayant entiérement desséché cette liqueur saline, j'en mis une once à part pour l'examiner, comme je le dirai. Sur l'once & demie qui restoit & que j'avois fait entrer dans une cornuë, je versai quatre onces d'huile de Vitriol blanche; mais comme les acides trop concentrés dissolvent mal-aisément les Sels, je fus obligé d'ajoûter une once d'eau pour achever la solution de celui-ci, encore ne fut-elle pas complette.

J'ai tenu ce mélange en digestion pendant 20 jours, parce que la digestion devoit, dit l'Auteur, opérer un commencement de dulcification. L'huile de Vitriol prit sur ce Sel une couleur verte, marque qu'il y restoit des parties métalliques à dissoudre. Je la distillai ensuite à feu doux, pour en séparer le flegme; puis à feu fort, pour faire monter l'acide. J'eus dès cette premiére distillation une huile de Vitriol aussi acide que je l'avois employée, mais beaucoup plus sulphureuse.

La même huile de Vitriol ayant été reversée sur ce Sel avec une partie du flegme, elle s'échauffa si fort, que je ne pouvois pas tenir le vaisseau; ce qui n'étoit pas arrivé, du moins si sensiblement, dans le temps du premier mélange: ainsi, il paroissoit déja par cette premiére épreuve, que l'huile de Vitriol s'y étoit concentrée bien loin de s'adoucir. Les cohobations suivantes l'ont encore renduë plus acide, & même à tel point, qu'ayant voulu la goûter avec le bout d'une paille, elle me brûla la langue, & m'y fit un petit escarre.

J'ai dit qu'au premier mélange de l'huile de Vitriol & du

Sel de mon *caput mortuum*, cette liqueur acide devient verte. Dans les cohobations, elle prend une couleur bleuë; ce qui pourroit faire soupçonner une portion de Cuivre dans ce *caput mortuum*. Cependant le Vitriol que j'avois fait calciner, étoit du Vitriol d'Angleterre, martial par conséquent. Mais Kunckel prouve par des expériences, qui la plûpart ont été vérifiées, que ce qui donne en partie la couleur verte au Vitriol, est la portion de Cuivre qui est toûjours mêlée avec le Fer, même dans le Vitriol d'Angleterre. Il prouve encore plus, c'est que d'un Vitriol martial imité, c'est-à-dire, fait avec la limaille de Fer la plus pure & l'huile de Vitriol la mieux rectifiée, on peut séparer une petite portion de Cuivre. Je ne rapporterai point ici le détail de ces expériences. On les trouve dans le chapitre 10.me de la seconde partie du Laboratoire Chymique de cet Auteur. Il en conclud, qu'il n'y a point de Fer sans Cuivre, & dans un autre endroit, par d'autres essais, qu'il n'y a point de Cuivre sans Fer; mais il n'est pas question présentement de l'examen de ces deux propositions.

A la sixiéme cohobation, il m'est resté un sédiment salin, grenu & hérissé, au-dessus duquel il y avoit une petite sublimation jaune, assés semblable à celle des fleurs de Soufre. J'ai versé de l'eau tiéde sur ce sédiment; elle a pris d'abord une couleur verte; & en digérant sur le sable, elle est devenuë feuille-morte, & il s'en est précipité au fond une assés bonne quantité d'une poudre fort blanche, que j'en ai séparée en décantant la liqueur.

J'ai lavé cette poudre dans plusieurs eaux chaudes, où elle se précipitoit si vîte, que son poids me fit croire qu'elle pourroit être mercurielle; mais elle ne jaunit point dans l'eau, comme fait le Mercure calciné par l'huile de Vitriol. Elle ne blanchit ni l'Or ni le Cuivre, elle les polit seulement comme feroit un sable fort fin. Broyée avec de la chaux d'Or, elle ne fait point d'amalgame; donc ce n'est pas du Mercure. Elle ne fermente ni avec l'esprit de Vitriol, ni avec l'huile de Tartre; donc elle n'est point de la nature des alcalis terreux, & n'a rien retenu de l'acide du Vitriol; mais avec un peu de Sel

de Tartre, elle se vitrifie à très-grand feu : ainsi, c'est une terre cristalline, comme je l'ai dit au commencement de ce Mémoire ; c'est une portion de ce *Quartz* ou *Fluor* qui accompagne toûjours les matiéres métalliques, & qui, selon Beccher, est la matrice où se fait l'union des principes des Métaux.

A l'égard de la solution saline dont cette terre avoit été séparée, plus je l'ai fait digérer, plus elle est devenuë rougeâtre; mais en refroidissant, elle reprend une belle couleur verte, qu'elle ne conserve que tant qu'elle est froide : car si on la fait tiédir de nouveau, elle reparoît rouge orangé ; alternatives qui se succédent au chaud & au froid, tant qu'il y a de la liqueur dans le vaisseau : c'est qu'il y a dans cette liqueur saline, legérement acide, une matiére qui ne peut être tenuë en dissolution, que tant que son dissolvant est dans un mouvement rapide. Aussi-tôt que ce mouvement est rallenti par le froid, cette matiére se précipite sous la forme d'un sédiment en petits flocons rougeâtres très-fins, que le dissolvant reprend sans doute, quand on lui rend son mouvement précédent, puisqu'alors ce sédiment ne paroît plus.

Cette solution de Sel de colcothar acidulée, ayant été concentrée au poids de deux à trois onces, je l'ai versée par inclination dans un verre avec sa pellicule saline, qui s'est précipitée au fond, & j'ai couvert ce verre d'un papier.

Au bout de cinq semaines, il s'est formé au bas du verre & en haut contre ses parois, des cristaux vitrioliques assés gros & d'un fort beau verd. Ceux d'en haut ont commencé les premiers à se résoudre en un sédiment couleur de rouille, à mesure que la liqueur les a laissés à sec en s'évaporant, & ce sédiment a conservé une forme de végétation ; enfin il a paru des cristaux blancs transparents, dont j'ai détaché quelques morceaux pour les examiner.

Ces cristaux sont formés en colonnes quarrées, dont les extrémités sont taillées à facettes comme le Sel de Glauber. Ils ont comme lui, un goût amer, & laissent sur la langue une impression de fraîcheur ; de plus, ils se calcinent fort vîte à l'air chaud : en un mot, ils ont des caractéres qui les

ſont reconnoître pour un véritable Sel de Glauber.

Je prouve inconteſtablement par cette expérience, que la baſe du Sel marin ſe trouve dans le Vitriol. On ne l'a pas apperçuë juſqu'à préſent (du moins je n'en ai trouvé la découverte annoncée par aucun Auteur) parce qu'on n'a pas penſé à la rediſſoudre par une addition d'acide vitriolique : car ce ſeroit inutilement qu'on la chercheroit dans le ſel du colcothar ordinaire encore rouge & peu calciné ; ce Sel eſt vitriolique & rien de plus.

A la vérité, après avoir leſſivé l'once de *caput mortuum* noir, que j'avois réſervée, comme je l'ai dit plus haut, après en avoir ſéparé la terre criſtalline & les ſédiments en flocons jaunes ; après en avoir fait évaporer la ſolution à pellicule & l'avoir laiſſée pendant ſix ſemaines dans un verre, j'ai trouvé une très-petite portion de Sel ayant quelques caractéres du Sel de Glauber, mais mal formé, confondu & preſque recouvert par des criſtaux vitrioliques verdâtres ; en ſorte qu'il falloit être averti, comme je l'étois par l'expérience précédente, qu'on pourroit peut-être y en trouver, pour l'appercevoir : au lieu que dans l'autre verre contenant la ſolution du même Sel rechargé d'acide vitriolique, ces criſtaux de Sel de Glauber ſont bien formés & en grand nombre.

S'il y a du Sel marin dans le Vitriol, comme il eſt aſſés raiſonnable de l'y ſoupçonner d'après les expériences précédentes, il y eſt en petite quantité. De plus, il ne paroît pas poſſible de l'y faire voir ſous ſa forme naturelle de criſtaux cubiques, parce qu'il faudroit trouver le moyen de n'en pas ſéparer l'acide qui lui eſt propre pour former cette criſtalliſation. Or on ſçait que cela eſt impoſſible par diſtillation, puiſque par-tout où l'acide vitriolique ſe trouve mêlé avec d'autres acides ou avec des Sels qui ont leur acide particulier, il les chaſſe devant lui, parce qu'ils ſont plus volatils, & il ne laiſſe en arriére que leur baſe. Si l'on verſe de l'huile de Vitriol ſur le Nitre, par exemple, ou ſur le Sel commun ; après que l'eſprit de Nitre ou l'eſprit de Sel en ont été ſéparés, l'acide vitriolique, ſi l'on en a trop mis, paſſe dans le

récipient, & le reste de cet acide s'emparant de leur base, forme avec celle du Nitre, un Sel *de Duobus,* & avec celle du Sel commun, un Sel de Glauber. Dans ces deux cas, l'opération est prompte, parce que l'un & l'autre de ces Sels ont été exposés à nud à l'action de l'acide vitriolique, qui lui-même dégagé de ses propres terres, s'est trouvé en état d'agir immédiatement & sans obstacle.

Si au contraire l'acide vitriolique se trouve encore engagé dans ses bases naturelles, dans le Fer, dans une terre propre à faire de l'Alun; en un mot, si l'on employe le Vitriol en nature, alors son acide n'agira qu'à l'aide du feu ou de l'eau. On met le feu en usage, si l'on joint au Vitriol des Sels neutres, tels que le Salpêtre ou Sel marin, parce qu'il faut chasser l'acide de ceux-ci, pour avoir plûtôt le Sel *de Duobus* ou le Sel de Glauber. On se sert simplement de l'eau, quand on mêle le Vitriol avec un Sel tout alcalisé, comme le Sel de Tartre ou la Potasse, ce qui donne un *arcanum duplicatum* après la précipitation de la partie métallique du Vitriol.

Pour rendre raison de tous ces changements dans les Sels, on dit ordinairement que la partie principale du Sel alcali, qui fait leur base, doit être considérée en elle-même comme neutre ou indifférente pour telle ou telle forme; & d'autant plus neutre, que violemment calcinée, elle aura moins conservé de ses premiers acides : d'où il s'ensuit qu'avec un Sel alcali bien calciné & de l'esprit de Nitre, on a du Salpêtre; avec le même alcali & de l'esprit de Sel, un Sel cubique; avec le même alcali & l'acide vitriolique, un Tartre vitriolé. On en doit tirer cette conclusion générale, que c'est dans les acides seuls que réside essentiellement l'aptitude pour telle ou telle forme; que ce sont eux qui modelent, pour ainsi dire, les figures, & que le Sel alcali est la terre molle qui les reçoit & qui les conserve.

Mais toute cette théorie générale ne peut se rapporter exactement qu'aux alcalis provenant des végétaux, tels que le Sel de Tartre, les Cendres gravelées, la Potasse. Il semble qu'il faille chercher une autre explication pour la base du Sel marin,

marin, qui paroît être d'un autre genre ; puiſque ſi elle étoit ſemblable aux alcalis que je viens de nommer, elle ne prendroit pas avec l'acide vitriolique, la forme de Sel de Glauber, mais celle de Tartre vitriolé. De plus, elle a encore une propriété qui lui eſt eſſentielle ; c'eſt de forcer les acides qu'on lui rend, à reformer avec elle des Sels qui ſont toûjours ou cubiques ou quarrés. L'eſprit de Nitre uni à la baſe du Sel marin, fait un Nitre quadrangulaire ; l'acide vitriolique joint à la même baſe, donne un Sel en colonnes quarrées, ſi on le fait criſtalliſer avec attention.

Il y a auſſi quelque apparence que les parties conſtituantes de cette baſe ne peuvent ſe rejoindre & ſe toucher que par des points quand l'acide vitriolique s'eſt uni avec elles, & non par des ſurfaces, puiſque la forme du Sel de Glauber eſt ſi aiſée à détruire, puiſque la moindre chaleur le calcine en une poudre fort fine, puiſqu'un poids égal d'eau froide le diſſout ; au lieu que le Tartre vitriolé reſte conſtant à une chaleur douce, ſe délite & ſe feuillete à feu nud, & ne ſe tient en diſſolution que dans l'eau chaude. De la différence ſi marquée de ces deux Sels moyens, qui ont tous deux pour acide celui du Vitriol, ne pourroit-on pas conclurre, ou du moins ſoupçonner, que la baſe du Sel marin n'eſt point un Sel alcali pur, comme M. Stahl l'a cru ? mais il n'a pas conduit cette baſe juſqu'à ſon dernier terme de décompoſition. Peut-être que ſi elle y étoit portée par un feu violent, par des ſolutions, filtrations, criſtalliſations & calcinations répétées, on lui trouveroit tous les caracteres d'une terre abſorbante. C'eſt ce qui mérite un examen particulier. Mon objet étoit de profiter du hazard qui m'a fait trouver cette baſe dans le Vitriol ; & comme je ſuis perſuadé qu'après ce que je viens de dire, on ne doutera pas qu'elle n'y ſoit, il ne me reſte plus qu'à faire voir par quel moyen elle a pu s'y trouver à nud, & diſpoſée à prendre la forme de Sel de Glauber par une nouvelle union avec l'acide vitriolique. Je ſuis obligé pour cela de rapprocher une partie de ce qui eſt diſperſé dans ce Mémoire, & de le remettre ſous un ſeul point de vûë.

Dans la distillation de l'huile glaciale de Vitriol, le feu extrême a chassé presque tous les acides, puisque du *caput mortuum* de 18 livres de Vitriol, je n'ai retiré que deux onces & demie de Sel, dont même près d'un sixiéme étoit une pure terre qui s'est précipitée d'elle-même. Si tout l'acide vitriolique a été chassé, l'acide du Sel marin, au cas qu'il fût dans le Vitriol joint à sa base, a dû être chassé le premier, puisqu'il est plus volatil que l'autre. Si l'acide du Sel marin n'étoit pas originairement dans le Vitriol, mais que dans le Vitriol il y eut déja un Sel de Glauber tout formé, caché cependant & enveloppé par le Vitriol même; le feu violent a dû chasser l'acide vitriolique uni dans ce Sel à la base du Sel marin, soit par sa seule violence, soit à l'aide du principe inflammable emprunté du Fer. Or on sçait que toute matiére qui contient ce principe inflammable, dégage l'acide vitriolique du Sel de Glauber ou du Tartre vitriolé, & en forme du Soufre, laissant dans certains cas la base de ces Sels à nud, dénuée de tout acide, & disposée à en reprendre. Cela supposé, par l'opération que je viens de décrire, la base du Sel marin se trouve dans ce cas; c'est-à-dire, qu'elle est libre de son premier acide, quel qu'il fût, soit vitriolique, soit celui du Sel marin; & quoiqu'elle soit encore mêlée avec des terres ferrugineuses propres à redevenir Vitriol, celles-ci sont en trop petite quantité pour l'envelopper entiérement. Il ne faut que leur rendre de l'acide vitriolique pour voir reprendre à ces terres ferrugineuses leur premiére forme de Vitriol, & à la terre du Sel marin celle de Sel de Glauber.

Il n'est question dans ce Mémoire que d'un seul fait; mais comme il m'a paru nouveau, j'ai cru devoir le rapporter, & tenter même de l'expliquer; ne fût-ce que pour faire voir que dans les Mixtes qu'on croit les moins composés, il se trouve souvent des matiéres dont l'existence n'y auroit pas été soupçonnée, parce qu'on n'auroit pu les découvrir par les opérations ordinaires.

REMARQUES SUR LA JONCTION OU CONFLUENT DES RIVIÉRES.

Par M. PITOT.

I. TOUTES les obſervations & les remarques ſur le cours des Fleuves & des Riviéres, peuvent avoir des applications utiles; c'eſt dans cette vûë que j'expoſe ici quelques remarques que j'ai eu occaſion de faire ſur leurs jonctions ou confluents. 5 Juillet 1738.

Les directions des eaux de deux Fleuves qui ſe joignent, étant connuës, avec leurs vîteſſes & les maſſes ou volumes d'eau de chaque Fleuve, je détermine la direction & la vîteſſe commune de leurs eaux.

II. La direction du courant des eaux du premier Fleuve *ACIH*, étant marquée par le côté *AC* de l'angle du confluent *ACB*, & la direction des eaux du ſecond Fleuve *BCGF*, par le côté *BC* du même angle; il eſt évident que l'action ou effort réciproque des eaux de ces deux Fleuves, avant que de ſe mêler totalement pour former le ſeul Fleuve *IGEL*; il eſt, dis-je, évident que ces eaux prendront enſemble une direction commune & moyenne, telle que *CE*, c'eſt dans cette direction moyenne que ſe fait le plus grand effort réciproque des eaux.

III. Les efforts des eaux de chaque Fleuve ſur la ligne de direction moyenne *CE*, ſont en raiſon compoſée de celle des maſſes ou volumes d'eau, du quarré de leurs vîteſſes & de la raiſon des ſinus des angles d'incidence *ACD* & *BCD*.

IV. Je ne prends que la raiſon ſimple des ſinus d'incidence, au lieu de la raiſon doublée, parce que ici, quel que ſoit le ſinus d'incidence, les maſſes ou quantités d'eaux qui

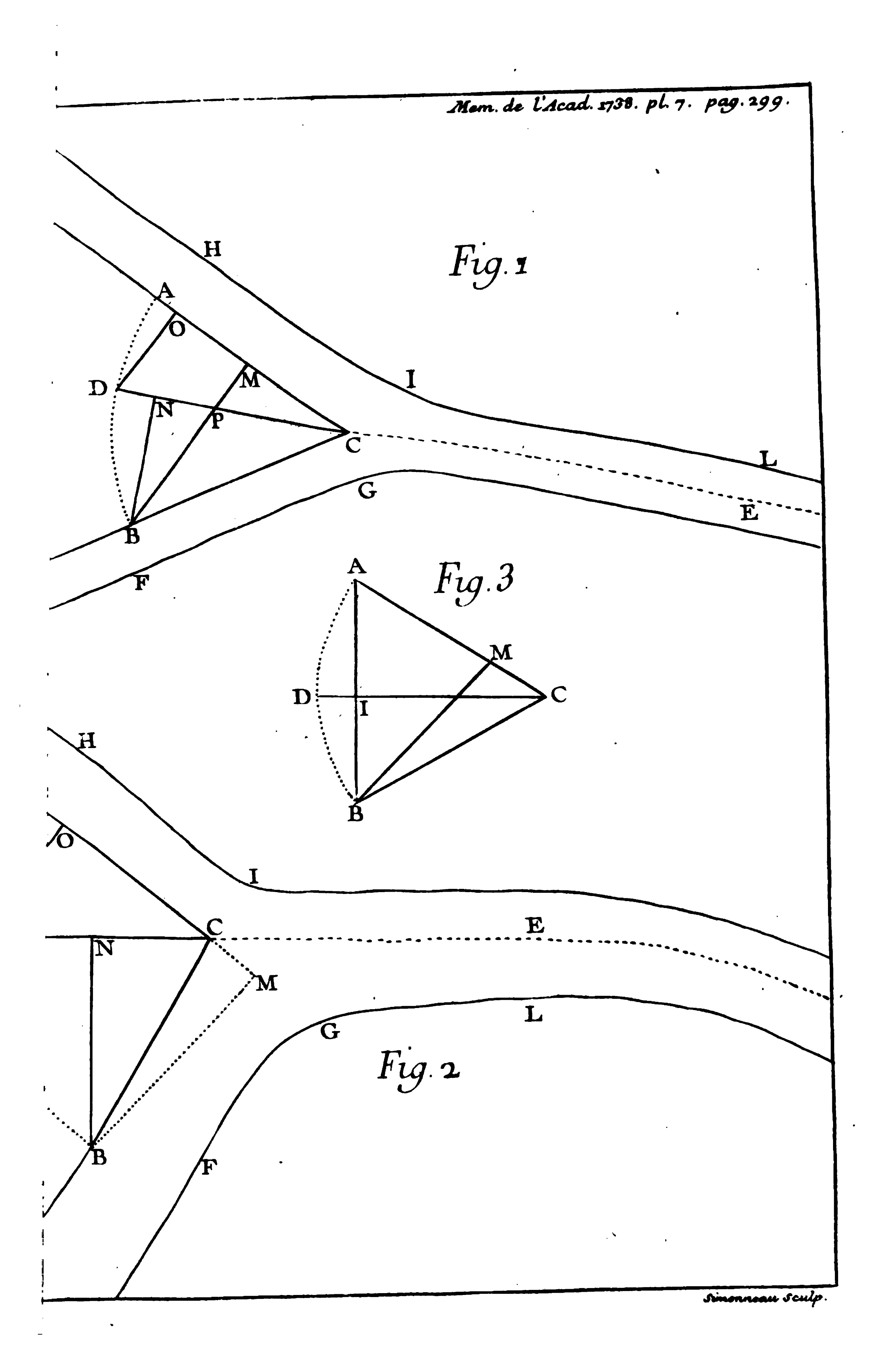
font effort ſur la ligne de la direction moyenne, ſont toûjours les mêmes.

Je nomme m la maſſe ou volume d'eau du premier Fleuve $ACIH$, v ſa vîteſſe, n la maſſe ou volume d'eau du ſecond, & u ſa vîteſſe. Je nomme b le ſinus BM de l'angle du confluent ACB, c le coſinus CM du même angle, & x le ſinus DO de l'angle ACD, qu'il faut déterminer pour avoir la direction moyenne DCE. Si l'on prend a pour le ſinus total, le coſinus CO ſera $\sqrt{(aa - xx)}$.

V. Le ſinus d'incidence DO des eaux du premier Fleuve ſur la ligne de la direction moyenne étant nommé x; pour trouver le ſinus d'incidence BN des eaux du ſecond Fleuve ſur la même ligne DCE, les Triangles ſemblables COD, CMP, donnent $CO\ \sqrt{(aa - xx)} : OD,\ x :: CM,\ c : MP \frac{cx}{\sqrt{(aa - xx)}}$. Donc $BP = b - \frac{cx}{\sqrt{(aa - xx)}}$. Les Triangles ſemblables COD, BPN, donnent cette autre proportion, $CD,\ a : CO\ \sqrt{(aa - xx)} :: BP,\ b - \frac{cx}{\sqrt{(aa - xx)}} : BN \frac{b\sqrt{(aa - xx)} - cx}{a}$.

Cela poſé, l'effort de l'eau du premier Fleuve $ACIH$, ſur la ligne CE de la direction moyenne, ſera exprimé par $mvvx$, & celui du ſecond Fleuve par $\frac{bnuu\sqrt{(aa - xx)} - cnuux}{a}$. Mais les efforts réciproques des eaux de chaque Fleuve étant en équilibre & égaux ſur la ligne de la direction moyenne, on aura $mvvx = \frac{bnuu\sqrt{(aa - xx)} - cnuux}{a}$; d'où l'on tire $x = \pm \frac{abnuu}{\sqrt{[bbnnu^4 + (amvv + cnuu)^2]}}$.

VI. Si l'angle du confluent eſt obtus, comme dans la ſeconde Figure, dans ce cas, en donnant aux lignes les mêmes noms que ci-deſſus, & conſidérant les mêmes Triangles ſemblables COD, CMP & BPN, on aura $BP = b$



Simonneau Sculp.

$+\frac{cx}{\sqrt{(aa-xx)}}$, & $BN=\frac{b\sqrt{(aa-xx)}+cx}{a}$; d'où enfin, en faiſant le même calcul que ci-deſſus, on tirera $x= \pm\frac{abnnu}{\sqrt{[bbnnu^4+(amvv-cnuu)^2]}}$.

VII. Si l'angle du confluent étoit droit, alors BM ſeroit égal à BC, & le point M tomberoit en C, ce qui donneroit $b=a$, & $c=0$; ainſi l'on auroit dans ce cas, $x=\pm\frac{anuu}{\sqrt{(nnu^4+mmv^4)}}$.

VIII. Si les vîteſſes & les maſſes ou volumes d'eau des deux Fleuves, étoient égales, on auroit $x=\frac{ab}{\sqrt{[bb+(a\pm c)^2]}}$, & mettant pour bb & b, leurs valeurs $aa-cc$, & $\sqrt{(aa-cc)}$, on tirera $x=\pm\frac{\sqrt{(aa-ac)}}{2}$.

IX. Dans ce cas des deux Fleuves égaux en volumes d'eau & en vîteſſes, il eſt évident que la direction moyenne DCE doit partager également l'angle du confluent ACB; ainſi $\frac{\sqrt{(aa-ac)}}{2}$ doit être le ſinus de la moitié de l'arc AB, ce qu'on peut prouver aiſément; car ſi au quarré de BM ou $bb=aa-cc$, on ajoûte le quarré de AM, $a-c$, on aura le quarré de $AB=2aa-2ac$, dont le quart $\frac{aa-ac}{2}$ ſera le quarré de AI. Donc, &c.

X. Si enfin l'angle du confluent étant droit, les deux Fleuves ſont égaux en vîteſſes & volumes d'eau, on aura $x=\pm\frac{a}{\sqrt{2}}$, ſinus de 45 degrés.

XI. Voyons préſentement quelle doit être la vîteſſe commune des eaux des deux Fleuves, après leur réunion en un ſeul. Pour cet effet, je fais ici une remarque importante ſur toutes les eaux courantes.

Toutes les eaux courantes ne reçoivent leurs vîtesses que de la chûte ou de la pente sur laquelle elles coulent; ainsi les contours & les changements de direction des plans inclinés ou lits sur lesquels les eaux coulent, ne changent rien à leurs vîtesses. On peut donc détourner les eaux d'un Fleuve dans telle direction qu'on voudra, si le niveau de pente reste le même, la vîtesse des eaux restera aussi la même; d'où il suit enfin que la réunion des eaux de deux Fleuves, & leurs réactions sur la ligne de leur direction moyenne, ne changent rien à leurs vîtesses.

XII. Il est à présent très-facile de déterminer la vîtesse commune du composé des eaux des deux Fleuves. Soit z, cette vîtesse commune, la quantité de mouvement des eaux du premier Fleuve *ACIH*, est mv, produit de la masse ou volume d'eau par sa vîtesse. Par la même raison, la quantité de mouvement des eaux du second Fleuve est nu, & la quantité de mouvement des eaux du Fleuve *IGEL*, composé des deux sera $(m+n) \times z$: Donc $(m+n) \times z = mv + nu$: Donc enfin $z = \frac{mv+nu}{m+n}$.

XIII. La vîtesse moyenne du composé des eaux des deux Fleuves, n'a lieu que lorsque ces eaux sont parfaitement mêlées ensemble, ce qui n'arrive souvent qu'à une distance assés considérable au dessous du confluent: car, comme nous avons dit ci-dessus, les changements de directions des eaux courantes, ne changent rien à leurs vîtesses, les eaux des deux Fleuves se détournent réciproquement sans se mêler que peu à peu, à moins qu'il n'y ait au confluent des inégalités de terrein, des pierres, des roches, &c. qui causent des bouillonnements & des tourbillons qui accélerent & précipitent le mêlange des eaux. Mais l'expérience fait voir que lorsqu'il n'y a pas de ces inégalités, & que les eaux ont un cours libre, elles descendent sans se mêler totalement ensemble, jusqu'à deux, trois, & même quatre lieuës au dessous du confluent: que si les eaux des deux Fleuves ont

à peu-près la même vîtesse, & que le niveau de pente sur lequel elles coulent, soit uni & uniforme, elles pourront couler jusqu'à plus de dix lieuës au dessous du confluent sans être mêlées totalement, ce que l'on connoît souvent par les différentes couleurs des eaux.

E'CLIPSES D'ALDEBARAN PAR LA LUNE,

Observées à Paris pendant l'année M. DCCXXXVIII.

Par M. LE MONNIER le Fils.

LE 2 Janvier au soir, à $9^h 39' 54'' \frac{1}{2}$, Immersion d'*Aldebaran* sous le disque obscur de la Lune : le diametre étoit à $8^h \frac{1}{4}$ de $30' 15''$, le centre de la Lune étant élevé sur l'horison de $55°$.

L'Emersion a été observée à $11^h 1' 8''$: je n'ai pas apperçû l'Etoile sur le disque lumineux de la Lune, comme nous l'avions remarqué à Torneå le 13 Janvier de l'année 1737.

Le 4 Mars j'ai observé la hauteur méridienne d'*Aldebaran* de $57° 6' 50''$ dans le lieu où je fais mes observations, qui est $47'' \frac{1}{2}$ plus septentrional que l'Observatoire.

Le 9 Août au matin à $6^h 29' 51'' \frac{1}{2}$, Immersion d'*Aldebaran* sous le disque éclairé de la Lune. Cette Etoile a paru s'avancer quelque temps sur le disque éclairé, & quelques secondes après elle a disparu tout d'un coup. J'avois observé la même chose en plein jour au mois d'Août 1736, lorsque nous étions campés sur une Montagne de Lapponie, qu'on nomme *Pullingi ;* mais j'ai retrouvé l'occasion de la répéter en plein jour, & d'en être plus assûré, d'autant que j'étois malade lorsque je fis l'observation à Pullingi. Le diametre de la Lune a été observé à 4^h du matin, de $30' 0''$ à $43°$ de hauteur; ou plus exactement, le diametre de la Lune étoit à celui du Soleil comme 1264 à 1337.

Le 2 Octobre au ſoir à 9^h 50′ 10″ ou 12″, Immerſion d'*Aldebaran* ſous le diſque éclairé de la Lune. Cette obſervation n'eſt pas bien exacte, à cauſe du grand nombre de nuages qui paſſoient rapidement ſur la Lune.

Le 23 Décembre au ſoir, comme le calcul de la Connoiſſance des Temps différoit trop du temps vrai de l'Immerſion d'*Aldebaran*, je n'ai pu obſerver que l'Emerſion, mais j'ai eu l'avantage d'appercevoir cette Etoile ſur le diſque éclairé, de ſorte que ma Pendule marquant alors 9^h 34′ 6″ de temps vrai, on peut établir l'Emerſion 1″ ou 2″ tout au plus avant le premier inſtant où j'ai découvert cette Etoile, c'eſt-à-dire, à 9^h 34′ 5″. *Aldebaran* m'a paru un peu allongé pendant près d'un quart de minute, enſuite je l'ai vû rond à l'ordinaire.



SECOND MÉMOIRE SUR LES MONSTRES.

Par M. LÉMERY.

ON ſe propoſe dans ce Mémoire, 1.° d'examiner & de réfuter les raiſons dont on ſe ſert en faveur du ſyſteme des Œufs originairement monſtrueux, & pour lui donner la préférence ſur celui des cauſes accidentelles, ſi ce n'eſt dans tous les cas monſtrueux, du moins dans le plus grand nombre de ces cas. 2.° De préſenter quelques-uns des moyens dont on peut ſe ſervir pour reconnoître & vérifier l'action des cauſes accidentelles ſur différentes parties monſtrueuſes.

PREMIÉRE PARTIE.

J'ai donné en 1724 la deſcription d'un Monſtre qui avoit deux Têtes & deux Cols, un ſeul corps, deux bras, deux mains, deux jambes & deux pieds ; la diſſection fit découvrir bien des faits ſinguliers dans la Poitrine, dans le Bas-ventre & dans le Squelete de ce Monſtre ; & comme chacun de ces faits me parurent s'accorder parfaitement avec l'action des cauſes accidentelles, je ne balançai pas un moment à attribuer à ces cauſes la formation du Monſtre, & je le fis d'autant plus volontiers, que le ſyſteme des Œufs originairement monſtrueux m'avoit toûjours révolté, indépendemment des réflexions & des faits nouveaux qui m'ont confirmé depuis dans le ſentiment où je ſuis ſur la cauſe de cette formation ; j'avouë même que quoiqu'il ne s'agît dans le Mémoire lû en 1724, que d'un Monſtre fait par addition, & que j'euſſe pu me contenter alors de décider ſur la cauſe de ce Monſtre, je n'ai pas laiſſé de m'y déclarer aſſés ouvertement contre le ſyſteme des Œufs originairement monſtrueux, non ſeulement pour ce qui regarde le Monſtre qui fait l'objet du

Mémoire, mais encore pour tous les Monſtres en général.

M. du Verney, qui penſoit en 1724 comme il avoit fait en 1706, lorſqu'il donna la relation du Monſtre dont il a été parlé dans mon premier Mémoire, ſe récria ſur le ſentiment que j'avois adopté, & promit d'écrire contre moi à ce ſujet, mais la mort l'en a empêché, & ce qu'il n'a point fait, M. Winſlow, qui penſoit comme lui, l'a depuis executé dans deux Mémoires publiés, l'un en 1733, l'autre en 1734, dans le premier deſquels il dit, page 21, qu'ayant fait plusieurs réflexions ſur ce qui s'obſerve dans un grand nombre de Monſtres, il avoit trouvé de très-grandes difficultés dans le ſyſteme de ceux qui nient les Germes originairement monſtrueux, & n'attribuent la formation des Monſtres qu'au dérangement accidentel de la ſtructure naturelle des Germes originaires, & qu'il expoſe ſes difficultés par maniére de réflexions ſur des exemples ou faits rapportés dans les Mémoires de l'Académie, & ſur quelques autres bien avérés.

Elles commencent, ces réflexions, ſur un fait très-ſingulier, vû plus d'une fois en différents individus, & qui peut-être ſe verroit bien davantage, ſi on faiſoit de plus fréquentes ouvertures de Cadavres. Ce fait eſt un Soldat mort à 72 ans, dans lequel on trouva généralement toutes les parties internes de la Poitrine & du Bas-ventre ſituées à contre-ſens. Nous ne répondons point ici à ce qu'on allegue à ſon ſujet, 1.° parce que ce fait, monſtrueux ou non, eſt ſi eſſentiellement différent de tous ceux dont on a tiré les objections qui nous ont été faites, qu'il ne peut ni être mis à côté des autres, ni être confondu avec eux comme étant de même nature, ni fournir les mêmes conſéquences, ainſi que je le ferai voir inconteſtablement. 2.° C'eſt que les éclairciſſements curieux que j'ai à donner ſur ce ſujet, ſuppoſent des détails qui font la matiére d'un Mémoire particulier, qui ſera le dernier ſur les Monſtres, & dans lequel je ferai voir que leur caractere a été juſqu'à préſent ignoré, & que c'eſt cette ignorance qui a donné lieu à l'objection du Soldat.

Les réflexions qu'on fait ſur les autres ſujets dans leſquels

nous nous renfermons quant-à-présent, sont donc des difficultés qu'on oppose au systeme de la formation des Monstres par les causes accidentelles: mais quoique ces difficultés soient en assés grand nombre, c'est-à-dire, dans un nombre égal à celui des différentes parties de plusieurs Monstres qu'on a prétendu pouvoir servir de fondement à ces difficultés, comme le principe qui a déterminé les conséquences qu'on a cru pouvoir tirer de l'examen de chacune de ces parties monstrueuses, est le même par-tout; que ces difficultés sont toutes uniformes & sur le même modelle, & qu'on y attaque dans toutes, par la même voye & sur les mêmes raisons, le systeme des causes accidentelles par rapport à la formation des Monstres, on peut dire qu'elles ne sont toutes qu'une répétition les unes des autres, & qu'elles ne font toutes ensemble qu'une seule & unique objection, qu'on pourra, en raisonnant toûjours sur le même principe & de la même maniére, répéter encore de nouveau, si l'on veut, à l'occasion d'autres Sujets monstrueux, sans que l'objection redouble de force par cette nouvelle répétition.

Elle roule, cette objection, sur ce qu'après avoir considéré avec tout le soin & toute l'attention possible la structure intérieure des parties d'un certain nombre de Monstres, on a cherché inutilement dans cette structure monstrueuse comment elle auroit pu être l'effet des causes accidentelles, & de ce qu'on n'a pu rendre raison en détail par le systeme des accidents, de ce qu'il y avoit de plus particulier dans la structure monstrueuse de ces parties, on a cru être en droit d'en conclurre que ces parties étoient originairement monstrueuses, & qu'elles ne le sont point devenuës après coup & par accident, comme on le croit assés communément. Cependant on ne fait aucune difficulté de convenir que dans les Monstres allégués, il n'y ait des parties dont la méchanique intérieure s'explique très-naturellement par les causes accidentelles, ce qui pourroit favoriser le systeme des accidents à l'égard de ces Monstres, si les autres choses extraordinaires qui s'y rencontrent, pouvoient être expliquées par le même

ſyſteme avec autant de facilité & de vraiſemblance que les premiéres, ſi elles n'offroient pas des difficultés inſurmontables à ce ſyſteme, & s'il n'y avoit point d'inconvénient d'admettre dans un même Sujet deux ſortes d'extraordinaires, l'un d'accident & l'autre d'origine.

Si bien donc, 1° (car on ne peut trop réfléchir ſur cette objection, & la mettre au clair) que toutes les fois qu'on trouvera de la difficulté à expliquer la formation d'un fait monſtrueux, qu'on ne pourra en venir à bout, ſoit dans l'inſtant ou dans la ſuite, ou apparemment encore lorſque la maniére dont ce fait aura été formé, ne ſera pas renduë dans toutes ſes circonſtances par les cauſes accidentelles avec l'exactitude la plus ſcrupuleuſe, & avec le degré de clarté & d'évidence qu'il ſera loiſible & arbitraire d'exiger, il n'en faudra pas davantage pour renvoyer ce fait au ſyſteme des œufs monſtrueux. 2.° Lors au contraire que la méchanique de quelques faits monſtrueux ſera très-intelligible & très-nettement expliquable par la voye des accidents, ſi néantmoins ces faits ſe trouvent malheureuſement dans le même Sujet à côté d'autres faits monſtrueux qui ne s'expliquent pas auſſi clairement par la même voye que les premiers, les derniers entraîneront les autres du côté du ſyſteme des œufs monſtrueux, qui viendra à bout par-là de tout abſorber.

Ce dernier article ſera examiné dans le Mémoire ſuivant. Pour ce qui regarde le premier, s'enſuit-il de ce qu'on n'a pu découvrir dans la méchanique de certains faits la maniére dont les cauſes accidentelles auroient pu y produire ce qui s'y trouve de monſtrueux, qu'ils en ſoient réellement indépendants, ſur-tout lorſque l'action de ces cauſes y eſt parfaitement juſtifiée d'ailleurs par quantité de preuves rationnelles & expérimentales? Liſons-nous aſſés clairement dans l'intérieur des ouvrages de la Nature, pour être en état d'y voir parfaitement comment chacune de leurs cauſes ont pu y opérer tout ce que nous y appercevons? Si les démarches & les traces de ces cauſes s'y laiſſent quelquefois entrevoir, combien de fois y ſont-elles totalement enſevelies & hors de

la portée de nos regards? En un mot, lorſqu'il s'agit d'un fait dont la formation a été attribuée à une cauſe particuliére, inutilement recherchée enſuite dans ce fait par l'examen le plus exact de ſa méchanique, peut-on dire que ſi cette cauſe eût été réelle, elle n'eût jamais manqué de ſe faire appercevoir par cet examen, & que puiſqu'elle ne l'a point fait, on eſt en droit de la nier abſolument, & de l'exclurre formellement de la production du fait, ſans aucun égard pour tout ce qui pourroit d'ailleurs favoriſer ſa ſuppoſition? L'expérience ne nous prouve-t-elle pas à chaque inſtant que nous pouvons ſouvent avoir une certitude parfaite de la réalité d'une cauſe par rapport à un certain effet, ſans pouvoir puiſer dans la méchanique de l'effet la connoiſſance de cette cauſe & la maniére dont elle a opéré? Il eſt très-certain que le Quinquina guérit ordinairement la Fiévre intermittente, cependant la méchanique de cet effet n'eſt pas encore trop bien connuë; niera-t-on pour cela la guériſon de la Fiévre par le Quinquina? Le beurre d'Antimoine eſt un cauſtique violent, & devenu tel par les acides du Sel commun: on l'adoucit, & on le prive de tout ſon effet corroſif par le mêlange d'un acide encore plus puiſſant que celui du Sel; au moyen de quoi ce nouveau compoſé peut être pris intérieurement avec autant de ſûreté que ſi c'étoit une ſimple terre exactement dépouillée de toute matiére ſaline. Ce n'eſt point encore par l'examen de l'opération du beurre d'Antimoine converti en Bezoard minéral, qu'on auroit pu prévoir & reconnoître que l'eſprit de Nitre, bien-loin d'augmenter la corroſion du beurre d'Antimoine, ne fait que la détruire, & changer totalement la qualité du compoſé. Il faut l'avouer, la découverte *à priori* de ce changement ſingulier & ſurprenant étoit tellement au deſſus de nos forces, qu'en voulant l'obtenir par cette route, & décider indépendemment de l'expérience, quel devoit être l'effet & la propriété médicinale du Bezoard minéral, notre concluſion eût couru grand riſque de ſe trouver parfaitement contraire à ce qui en eſt, & à ce que l'expérience ſeule étoit capable de nous apprendre ſur ce ſujet.

Il en eſt de même des cauſes accidentelles, ſur le compte deſquelles nous mettons la formation des Monſtres, nous ne ſçavons pas toûjours, nous ignorons même le plus ſouvent, ſi l'on veut, comment ces cauſes ont pu opérer un grand nombre de particularités monſtrueuſes : mais nous ſçavons qu'elles l'ont fait, nous en avons même en une infinité de cas des preuves qui vont juſqu'à la démonſtration, & nous n'en ſommes pas mieux inſtruits pour cela, de la maniére dont ces cauſes ont opéré. On ne dira pas, par exemple, que les Monſtres qui viennent de deux eſpeces différentes d'Animaux, ſuppoſent pour leur production des œufs originairement monſtrueux ; on ſçait trop que l'accouplement fortuit d'un mâle & d'une femelle de différentes eſpeces, d'un Chat, par exemple, & d'une Chienne, eſt la ſeule cauſe de ce qu'il y a de monſtrueux dans le produit de cet accouplement, qui varie prodigieuſement ſuivant la combinaiſon infinie & accidentelle d'eſpeces différentes d'animaux : cependant, quoique l'action des cauſes accidentelles s'offre, pour ainſi dire, à notre vûë dans la production de chacun de ces Monſtres : quoique cette action s'y déclare bien plus clairement encore qu'elle ne le fait en général dans les Monſtres iſſus d'un mâle & d'une femelle de même eſpece : quoiqu'enfin il ſoit démontré que des œufs originairement monſtrueux n'ont aucune part à la génération des Monſtres iſſus de deux animaux d'eſpeces différentes, & que c'eſt inconteſtablement aux ſeules cauſes accidentelles qu'ils doivent être attribués ; ſi quelque Anatomiſte auſſi clairvoyant par l'eſprit que par les yeux, ſe donnoit la peine de creuſer dans la ſtructure extraordinaire de ces Monſtres, pour y découvrir comment ce qu'il y a de monſtrueux dans leurs parties, a été produit par une cauſe dont il ne pourroit révoquer en doute l'accidentel, par l'accouplement fortuit d'un mâle & d'une femelle de différentes eſpeces, malgré la certitude où il ſeroit ſur la nature de cette cauſe, il trouveroit à coup ſûr autant, pour ne pas dire infiniment plus de peine à éclaircir le myſtere de ſon action, que nous n'en avons, par exemple, dans le

cas des Monſtres doubles venus d'un mâle & d'une femelle de la même eſpece, à rendre raiſon de la maniére dont la preſſion mutuelle de deux fœtus produit les dérangements, les deſtructions, les confuſions de parties qu'on y obſerve. Il n'en ſeroit cependant ni moins vrai, ni moins certain, que ces ſortes de Monſtres iſſus d'animaux d'eſpeces différentes, ne viennent point d'œufs monſtrueux, & qu'ils doivent uniquement à une ſorte de cauſe accidentelle, ce qui fait leur caractère particulier.

Enfin qu'on médite tant qu'on voudra ſur les remarques anatomiques de M. du Verney, pour prouver que ſon Monſtre étoit venu d'un œuf originairement monſtrueux : qu'on joigne à ces remarques, celles de M. Winſlow ſur le Monſtre de M. du Verney, pour prouver la même choſe : qu'on ſe donne enſuite la peine de lire les réflexions que j'ai données ſur le même Monſtre dans mon premier Mémoire, & j'eſpere qu'on verra clairement que les remarques de ces deux habiles Anatomiſtes, ne peuvent tenir contre l'évidence des conſéquences que j'ai tirées des parties de ce Monſtre, en faveur des cauſes accidentelles, & que tout ce que ces Meſſieurs nous ont appris par leurs remarques, c'eſt la difficulté d'appercevoir l'action des cauſes accidentelles ſur quelques parties de certains Monſtres, quand on ne cherche la preuve de cette action que dans la maniére dont ces cauſes ont pu produire les ſtructures monſtrueuſes de ces parties.

C'eſt donc véritablement à tort qu'on prétend enlever aux cauſes accidentelles un grand nombre de faits monſtrueux, ſur cela ſeul qu'elles n'ont pu être reconnuës dans ces faits par l'examen de leur méchanique. Tout ce que cet examen peut permettre & donner lieu de conclurre, c'eſt le défaut de nos lumiéres & de notre pénétration ; du moins n'en peut-on jamais tirer aucune conſéquence contre le ſyſteme des accidents, & pour celui des germes originairement monſtrueux : car, 1.° s'il eſt poſſible, comme on l'a ſuffiſamment prouvé, qu'un effet ait été produit par une cauſe qui ne ſe laiſſe point appercevoir dans la méchanique de

cet effet, eſt-on bien fondé à proſcrire & à nier abſolument la production des Monſtres par les cauſes accidentelles, ſur cela ſeul qu'on n'a pu les découvrir dans la ſtructure de leurs parties? 2.° Puiſqu'il réſulte des exemples rapportés, que ſouvent les cauſes d'effets différents, ſe préſentent ſi ſenſiblement à nos yeux, que nous n'avons beſoin d'aucun effort pour en être parfaitement aſſûrés & convaincus, & que cependant lorſque nous cherchons chacune de ces cauſes dans la méchanique de leur effet, il ne nous eſt pas poſſible d'y arriver & de les vérifier par-là ; à quoi pourrions-nous mieux imputer qu'à nous-mêmes ce défaut de ſuccès? Car ſi nous ne trouvons point alors les cauſes que nous cherchons, ce n'eſt pas qu'elles ne ſoient effectives, puiſque nous en connoiſſons d'ailleurs la réalité; mais parce que nos lumiéres, qui ne percent pas bien avant, & auſſi loin que nous en aurions ſouvent beſoin, ne peuvent nous les rendre ſenſibles par la voye dont il s'agit.

Enfin il paroît clairement par tout ce qui a été dit, que la difficulté qu'on allegue, d'expliquer en certains cas la méchanique de pluſieurs productions monſtrueuſes, par les cauſes accidentelles, eſt une objection tout-à-fait frivole, & qui le devient encore davantage par les réflexions ſuivantes.

1.° L'examen anatomique de la ſtructure des parties monſtrueuſes, n'eſt pas le ſeul moyen dont on ait à ſe ſervir pour faire voir que ce qu'il y a de monſtrueux dans ces parties, ne doit être imputé qu'à l'action des cauſes accidentelles; d'autres moyens conduiſent au même but, & le font à moins de frais, & avec autant, & ſouvent même avec beaucoup plus de certitude que par l'examen anatomique, comme on le verra clairement par les exemples qui ſeront rapportés dans ce ſecond Mémoire & dans le troiſiéme. Cette multiplicité de moyens pour arriver à la connoiſſance de ce qui produit les Monſtres, eſt d'une grande reſſource; car lorſque l'un d'eux manque au beſoin, il peut être remplacé par d'autres qui viennent à ſon ſecours, & pluſieurs enſemble qui concourent à la même preuve, ſervent à la rendre

rendre plus ſolide & plus certaine. Enfin, ſi dans certains cas l'examen anatomique ne fait point appercevoir l'effet des cauſes accidentelles ſur différentes parties monſtrueuſes; avant que de nier cet effet, & cela ſur la prétenduë preuve dont on s'eſt uniquement ſervi, il eût été à propos de parcourir d'autres routes, & d'y chercher les éclairciſſements qu'on n'avoit pu trouver par celle qu'on avoit trop uniquement ſuivie.

2.° On a déja vû toutes les conſéquences fauſſes & révoltantes qui naiſſent de l'application du ſyſteme des œufs originairement monſtrueux, aux parties du Monſtre de M. du Verney, & qui deviennent tout le contraire, quand c'eſt le ſyſteme des accidents qu'on ſubſtituë au premier, & il ne faut pas croire que ce ſoit là une particularité de ce Monſtre; tout autre mis à ſa place, fournira toûjours les mêmes conſéquences folles ou raiſonnables, ſuivant le ſyſteme auquel il aura été uni. Cette conſidération pourroit ſuffire pour exclurre totalement l'un des deux ſyſtemes, & s'en tenir uniquement à l'autre.

3.° Quand on conſidére dans les générations ſucceſſives des différentes eſpeces d'animaux, ce qu'il eſt facile d'y appercevoir évidemment pour peu qu'on y réfléchiſſe, & ce qui ſera expliqué plus en détail dans le quatriéme Mémoire, je veux dire le deſſein du Créateur, les loix ſages & invariables de la Nature, l'ordre conſtant & régulier qu'elle obſerve ſcrupuleuſement, & doit néceſſairement obſerver de même pour l'exécution de ce deſſein, & pour éviter les inconvénients affreux qui naîtroient du moindre défaut dans cette exécution; on voit clairement que le ſyſteme des œufs originairement monſtrueux, eſt auſſi contraire au deſſein de l'Auteur de la Nature, & aux loix qui en émanent, que celui des accidents les ſuppoſe & les reſpecte.

4.° Pour ce qui regarde les preuves expérimentales qu'on allegue, & qui ſont auſſi les ſeules qui puiſſent être alleguées avec une ſorte de vraiſemblance apparente en faveur du ſyſteme des œufs originairement monſtrueux, il eſt à remarquer

qu'aucune de ces preuves n'agit directement pour ce systême, mais seulement par une espece de contre-coup; en un mot, elles ne consistent toutes que dans les objections qui viennent d'être réfutées, & avec lesquelles on s'étoit flaté mal-à-propos de détruire le systeme des accidents qu'on avoit en vûë, & sur les ruines duquel on avoit prétendu que celui des œufs originairement monstrueux, se trouveroit aussi-tôt établi, sans le secours d'autres preuves plus directes & plus particuliéres pour ce systeme. D'où l'on voit que de quelque côté qu'on attaque le systeme des œufs monstrueux, il se trouve sans défense, & hors d'état de se soûtenir, ce qui confirme de plus en plus celui des accidents dans la possession actuelle & exclusive de la formation des Monstres; enfin ce qui peut encore concourir à la même preuve, c'est la considération du motif qui a pu engager les premiers auteurs du systeme des œufs monstrueux, à l'imaginer.

Pour faire sentir ce motif, réfléchissons un moment sur quelques cas monstrueux dont la méchanique soit aussi simple qu'intelligible, & telle qu'elle se rencontre dans deux Monstres rapportés par différents Auteurs, & desquels j'ai déja fait usage en 1724, pour faire voir que la formation des Monstres doubles appartenoit aux causes accidentelles.

L'un de ces Monstres étoit composé de deux Filles jumelles qui se tenoient uniquement par le front, & qui, à cela près, avoient chacune un corps entier, & tel qu'il devoit être. L'autre étoit aussi composé de deux Filles dont les corps bien distincts & bien conformés étoient joints l'un à l'autre postérieurement, depuis les épaules jusqu'aux fesses; & dans l'un & dans l'autre de ces Monstres, l'union des deux Filles qui faisoient partie de chacun d'eux, se bornoit aux parties externes, & n'alloit point au de-là.

Seroit-il possible qu'il y eut quelqu'un d'assés mauvaise humeur contre le systeme des causes accidentelles, pour avoir la moindre envie de lui ravir des faits qui se conçoivent & s'expliquent avec la derniére facilité, & avec l'évidence la plus parfaite, par la simple application de deux fœtus dos contre

dos, ou front contre front, application qui opére d'autant mieux l'union dont il s'agit, que lorsqu'elle se fait, les parties sont tendres, molles, glaireuses, collantes & pénétrables? Aussi personne, que je sçache, n'a-t-il osé disputer ces deux faits, & tous ceux de même nature, au systeme des accidents.

Puis donc que deux foetus peuvent s'unir extérieurement l'un à l'autre dans la matrice, & s'y unissent en effet de cette maniére, quand le degré de pression qui sert à cette union, n'est porté que jusqu'à un certain point; si l'on suppose présentement que deux autres foetus se pressent plus fortement, la pression n'en demeurera pas aux parties extérieures, elle pénétrera plus avant de part & d'autre, & elle le fera d'autant plus qu'elle aura plus de force, ce qui produira des dérangements, des confusions, des destructions de parties, & toutes les altérations qui sont les suites naturelles d'une semblable pression; or si l'effet que nous venons d'attribuer à une pression plus forte, est tout aussi possible que celui qu'on ne peut refuser à une pression moins forte, pourquoi l'effet de la pression plus foible existeroit-il plûtôt que l'autre? Car enfin la force qui pousse deux germes l'un contre l'autre, n'est pas toûjours la même en tout temps & en différents sujets; & si une moindre pression forme les Monstres doubles, dans lesquels deux foetus ne sont unis que par leurs parties externes, une pression plus forte produit réellement les Monstres dans lesquels l'union de deux foetus s'étend jusqu'à leurs parties internes: en un mot l'effet incontestable de la pression plus foible annonce & justifie l'effet réel de la pression plus forte; & ce raisonnement fait à l'occasion de la pression accidentelle de deux foetus, convient & s'applique parfaitement à toutes les causes accidentelles en général, capables d'affecter plus ou moins un ou plusieurs germes, & de produire par-là les différentes especes de Monstres. Aussi est-il bien vrai que le systeme de la formation des Monstres par les causes accidentelles paroît si naturel & si vraisemblable, qu'il est uniquement adopté par le plus grand nombre; que la méchanique générale de cette formation se conçoit avec la derniére

évidence par le moyen de ces causes ; & que si les particularités de cette méchanique, que souvent nous appercevons dans l'intérieur de plusieurs parties monstrueuses, nous convainquent de plus en plus de la vérité du systeme des accidents, cette conviction doit encore nous faire sentir que quoique la foiblesse de nos lumiéres ne nous permette pas de découvrir les mêmes particularités dans d'autres parties monstrueuses, la Nature toûjours uniforme pour les mêmes choses, ne s'est pas dispensée pour cela d'employer les mêmes causes à l'égard de ces autres parties, qui en sont toûjours de monstrueuses.

Cela étant, comment a-t-on pu avoir recours à un autre systeme, pourquoi l'a-t-on imaginé ? Le voici : mais avant que de m'expliquer, je déclare que ce que je vais dire de quelques Anatomistes, ne regarde que ceux qui ont été les premiers inventeurs du systeme des œufs monstrueux, & nullement ceux qui étant venus depuis, & qui l'ayant trouvé tout établi, en sont devenus partisans, sans peut-être avoir fait auparavant les réflexions qui eussent pu les empêcher de l'embrasser.

On s'est universellement réuni pour le systeme des accidents, du moins personne ne s'est avisé de le contredire, toutes les fois qu'on a pu expliquer nettement par cette voye toutes les singularités monstrueuses qui se sont offertes aux regards & à l'examen ; il y a même lieu de croire & d'assûrer que si tous les cas monstrueux eussent été également explicables par ce systeme, il n'auroit point eu de contradicteurs, & l'on n'en auroit point imaginé d'autres. Ce n'est donc, à proprement parler, qu'à l'occasion des faits monstrueux, dans la méchanique particuliére desquels on n'a pu voir aussi clair que dans les autres, que l'unanimité de sentiments sur la cause des Monstres a cessé.

Les uns, dans le grand nombre desquels il se trouve d'excellents Anatomistes, ce qu'on remarque ici pour opposer Anatomistes à Anatomistes, & non pas qu'on prétende que la question présente en soit si singuliérement une d'Anatomie,

qu'elle ne puisse être décidée que par des gens du métier, puisqu'on prétend au contraire qu'elle n'est qu'une question de Physique, pour la décision de laquelle il ne faut que du bon sens & de la raison, comme on le reconnoîtra parfaitement par tout ce qui sera publié sur ce sujet; les uns, dis-je, n'ont imputé qu'à eux-mêmes le défaut d'explication de quelques faits monstrueux par les causes accidentelles; & malgré ce défaut, suffisamment convaincus d'ailleurs de l'universalité de ces causes pour la formation des Monstres, ils s'y sont tenus constamment & avec confiance.

Pour les autres, qui sont ceux à qui l'on doit l'invention & l'établissement du systeme des œufs originairement monstrueux, ils ont raisonné tout autrement: ils n'ont pu s'imaginer que si la formation de certains Monstres eût été dûë aux causes accidentelles, elles eussent jamais pu se soustraire à leurs regards dans l'examen de la structure des différentes parties monstrueuses.

Pour les justifier de n'y avoir point reconnu l'action de ces causes, & même pour leur en faire un mérite, il ne falloit pas moins qu'un systeme tel que celui des œufs originairement monstrueux, c'est-à-dire, qui donnât l'exclusion aux causes accidentelles toutes les fois qu'elles s'étoient dérobées à leurs recherches, & qui parût faire voir par-là que si elles n'avoient point été remarquées par l'Anatomiste, c'est qu'elles n'avoient effectivement aucune part à la formation du fait monstrueux; que si elles y en eussent eu, l'Anatomiste n'auroit jamais manqué de les découvrir, & que de ne les avoir pas apperçûës dans des parties qui, suivant la supposition nouvelle, ne devoient rien à ces causes de ce qu'elles avoient de monstrueux, ce ne pouvoit être là qu'une preuve sensible qu'il avoit vû & lû très-clairement dans l'intérieur de ces parties.

Au reste, ce n'est pas là le seul avantage apparent du systeme des œufs originairement monstrueux; quand on a tant fait que d'y souscrire, il n'y a plus de difficultés capables d'arrêter, l'on se croit en état de faire face à tout; s'agit-il

de la méchanique particuliére de faits monſtrueux des plus obſcurs & des plus compliqués, le ſyſteme des œufs monſtrueux en vient à bout dans l'inſtant avec autant de facilité que du fait le plus clair & le plus ſimple, & cela ſans exiger ni contention d'eſprit, ni effort d'imagination, mais ſeulement le peu de mémoire que demande une formule courte, toûjours la même pour tous les cas différents, & qui ne conſiſte que dans l'attribution conſtante d'un œuf monſtrueux à chaque production monſtrueuſe; tout eſt entendu & expliqué par-là. D'où l'on voit combien ce ſyſteme eſt commode, & qu'il mériteroit certainement la préférence, ſi entr'autres raiſons eſſentielles déja alleguées, & qui le ſeront encore dans la ſuite, on pouvoit raiſonnablement ſe prêter à la ſuppoſition de deux ſortes de germes répandus par l'Auteur de l'Univers dans toutes les eſpeces d'animaux, & dont les uns parfaitement bien conformés dans chacune de leurs parties ſuivant l'ordre de la Nature, pour remplir toutes les fonctions auxquelles ils ont été deſtinés par leur conformation naturelle & ſpécifique, ſe trouvent mêlés & confondus avec d'autres germes, je ne dis pas ſeulement d'une conformation différente, car on fera voir dans le quatriéme Mémoire, qu'il y a des variétés naturelles, & ſouvent même très-néceſſaires entre les individus d'une même eſpece d'animal; mais ce qu'il faut bien remarquer ici, avec des germes d'une conſtruction plus ou moins vitieuſe, & par conſéquent plus ou moins contraire, ſoit aux fonctions de la vie, ſoit à celles qui ſont propres à l'eſpece d'animal dont ils ſortent, & cela de maniére que le plus ſouvent l'individu qu'on ſuppoſe venu d'un œuf monſtrueux, ne ſurvit guére à ſa formation, ou s'il le fait, c'eſt avec une difficulté ou une impuiſſance de remplir les fonctions dont les autres individus de la même eſpece s'acquittent facilement & comme il le faut. Un Enfant ſans bras, ou qui n'en a qu'un; un autre ſans tête, ou avec une tête qui ne contient point de cerveau; un autre dont les membres monſtrueuſement contournés, ſont par-là incapables de ſervir comme il faut aux uſages qui leur étoient deſtinés; enfin

une infinité d'autres de cette espece, ne sont-ils pas des ouvrages bien dignes de sortir immédiatement en cet état des mains du Créateur?

Si, par hazard, un Horloger habile, en faisant un bon nombre de Montres qui auroient toute la perfection possible, s'avisoit de mêler ces Montres avec une certaine quantité d'autres qui seroient en différentes maniéres aussi mauvaises & aussi défectueuses par la bizarrerie & le vice de leur construction, que les autres auroient de bonté; si de plus, ce n'eût point été par négligence ou par distraction, que les Montres mauvaises l'eussent été, mais de dessein prémédité, moyennant quoi les Montres mauvaises eussent coûté, pour les rendre telles, autant de peine & d'attention à l'Horloger que les meilleures; que diroit-on du projet de l'Horloger, & de l'Horloger lui-même? C'est pourtant là le cas des œufs monstrueux mêlés avec les œufs naturels.

Concluons encore de tout ce qui a été dit, 1.° que plus on réfléchit sur le systeme des œufs monstrueux, plus on le trouve rejettable, & plus on reconnoît qu'il n'y a que celui des accidents auquel on doive s'arrêter pour la formation des Monstres; & en effet, s'il est vrai, comme il a été dit au commencement du premier Mémoire, qu'il n'y a que deux maniéres dont les Monstres puissent être formés, l'une par les œufs monstrueux, c'est-à-dire, par l'action immédiate du Créateur, l'autre par celle des causes accidentelles; le premier des deux moyens ne pouvant avoir lieu, l'autre, qui est celui des accidents, reste indépendemment d'aucune autre preuve, en possession de tout, comme il est à remarquer qu'il y étoit avant la découverte de la génération des animaux par des œufs naturels; d'où l'on a apparemment tiré l'idée des œufs monstrueux. Et en effet, avant cette découverte on ne regardoit les Monstres que comme des ouvrages misérables, dans la production desquels la Nature qu'on personnifioit alors volontiers, & même en Physique, étoit tombée en faute, ou du moins avoit été traversée & interrompue dans ses opérations. Elle avoit voulu, disoit-on, produire

un ouvrage parfait, mais elle avoit été troublée dans son exécution, par différentes causes accidentelles, sur lesquelles on rejettoit ce qu'il y avoit de mauvais dans l'ouvrage; ce qui fait bien voir que le systeme des accidents a toûjours été le seul auquel on ait attribué la formation des Monstres.

2.° Si l'analogie qui se trouve, à plusieurs égards, entre les Végétaux & les Animaux, nous donne lieu de croire que comme les causes accidentelles produisent dans les Végétaux, & très-fréquemment sous nos yeux, ce qui s'y observe de monstrueux, il en doit être de même de ces causes à l'égard des Monstres des Animaux.

Si l'on ne peut disconvenir que le fœtus ne soit exposé dans la matrice à quantité de causes accidentelles, de l'impression desquelles il est singuliérement susceptible par son état.

Si, par exemple, la pression qui est une de ces causes, manifeste clairement son effet dans les Monstres doubles, non-seulement par l'état où se trouvent les parties qui en ont souffert le choc, mais encore parce qu'il n'y a, du moins ordinairement, de parties monstrueuses que dans le lieu de la jonction des deux fœtus.

S'il est aisé de rendre raison, je ne dis pas en entrant toûjours dans les détails les plus particuliers des différentes structures monstrueuses, mais en considérant le gros & le général de la chose; si, dis-je, il est aisé de cette maniére, de rendre une raison claire & satisfaisante des différents faits monstrueux, par chacune des causes accidentelles.

Si lorsqu'on considere de plus près les particularités des différentes constructions monstrueuses, on y apperçoit toûjours l'action des causes accidentelles, soit par la maniére dont on conçoit que ces causes ont opéré, soit par d'autres voyes qui constatent le fait de cette opération, comme nous allons le faire voir dans la seconde partie de ce Mémoire. Toutes ces réflexions & quantité d'autres ne sont-elles pas un surcroît de preuves en faveur du systeme des accidents, qui, à la rigueur, n'en avoit pas besoin, puisqu'indépendemment de ces

de ces preuves, la formation des Monſtres lui appartenoit en entier, par la ſeule excluſion du ſyſteme des œufs monſtrueux?

Cependant, malgré la certitude où nous devons être ſur la formation des Monſtres par les cauſes accidentelles, je ne me diſpenſerai point de donner encore quelques éclairciſſements ſur ce ſujet, non-ſeulement pour y acquérir, s'il eſt poſſible, un degré de certitude encore plus conſidérable, mais encore pour éviter & prévenir par-là des objections qui, toutes fauſſes qu'elles ſeroient, pourroient être aſſés ſpécieuſes pour en impoſer & pour ſéduire, du moins pour quelque temps, c'eſt-à-dire, juſqu'à ce que la réflexion eût deſſillé les yeux, & diſſipé l'ébiouiſſement.

SECONDE PARTIE.

On ne peut diſconvenir que ce ne ſoit un moyen utile pour vérifier la formation des Monſtres par les cauſes accidentelles, que de chercher à les y reconnoître par la voye anatomique, c'eſt-à-dire, par la conſidération de la maniére dont elles euſſent pu produire telle ou telle ſtructure monſtrueuſe examinée avec ſoin: on peut même dire que la réüſſite de ce moyen à l'égard d'un grand nombre de faits monſtrueux, influë ſur pluſieurs autres faits où il ne réuſſit pas de même; car ces derniers faits étant de même nature que les premiers, ſi dans la méchanique de ceux-ci, on apperçoit ſenſiblement que les cauſes accidentelles ont pu y opérer, il y a lieu de croire qu'elles l'ont pu auſſi ſur la méchanique des derniers; mais que ce que nous avons vû dans les uns, la foibleſſe de nos lumiéres ne nous a pas permis de le découvrir dans les autres, du moins par la même voye, ce qui a déja été remarqué dans la premiére partie de ce Mémoire.

Le moyen dont il s'agit, a ceci de particulier, c'eſt qu'à la connoiſſance du fait ſur les cauſes de la formation des Monſtres, il joint celle de la maniére dont ces cauſes ont opéré; mais il n'en eſt pas pour cela plus certain que d'autres qui ſont bien moins anatomiques, & qui ne demandent qu'un

peu de physique ou de bon sens & de réflexion; il y a même tel de ces moyens qui exige encore moins de soins, & déclare bien plus certainement que les autres, la production des Monstres par les causes accidentelles.

D'ailleurs, quand on est parvenu à rendre raison de différentes structures monstrueuses, par les causes accidentelles, qu'en résulte-t-il? que ces causes ont pu produire, mais non pas qu'elles ont produit les parties monstrueuses dont elles expliquent si bien la formation. Il faudroit pour cela que la même explication, en établissant les causes accidentelles, anéantît les œufs monstrueux, ce qu'elle ne fait point, & tant que ces œufs subsistent, ou sont censés pouvoir subsister, leurs partisans ont droit de dire que ce qu'on attribuë aux causes accidentelles avec beaucoup de vraisemblance, peut l'être aussi aux œufs monstrueux, & qu'ainsi on n'a vérifié, par la voye anatomique, que la possibilité de la production des Monstres par les causes accidentelles, & nullement la réalité de cette production par ces causes: le moyen anatomique dont il s'agit, ne peut donc mettre les causes accidentelles dans la possession actuelle de la formation des Monstres, qu'autant qu'il vient après, & qu'il suppose une réfutation parfaite des œufs monstrueux, à laquelle le moyen n'a, ni ne peut avoir aucune part par lui même, c'est-à-dire, par son opération, ce qui est à remarquer pour ce qui suit.

On peut même faire encore ici une réflexion: c'est qu'aussitôt que les œufs monstrueux ont été réfutés, les causes accidentelles sont dans la possession dont il s'agit, & que le moyen qui vient ensuite, & qui les y trouve, ne pouvant servir à les y mettre, il ne fait que les y confirmer.

Enfin ce qu'on cherche dans le cas présent par le procédé anatomique, c'est-à-dire, par la maniére dont on conçoit que les causes accidentelles ont pu produire tels ou tels effets monstrueux; ce qu'on cherche, dis-je, par ce procédé, ce n'est pas une simple explication physique de ces faits, mais une vérification de la cause particuliére de ces faits par le secours de cette explication; or cette vérification peut

s'acquérir & devenir même plus complette à moins de frais anatomiques par les moyens ſuivants.

Celui que je propoſe d'abord, c'eſt de chercher la cauſe de l'effet monſtrueux dans le caractere même de cet effet, c'eſt-à-dire, en comparant cet effet avec le caractere particulier de la cauſe qu'on lui ſuppoſe, & qu'on eſſaye & éprouve en quelque maniére par cette comparaiſon, pour l'admettre enſuite ou la rejetter.

Quand on conſidere, par exemple, ce qu'on trouve toûjours plus ou moins dans les Monſtres, & ce que j'ai déja remarqué ailleurs, le deſordre, la confuſion, le dérangement, la dépravation & l'abolition de différentes fonctions, certains aſſemblages ridicules de parties qui n'étoient point faites pour ſe trouver enſemble, & qui ne tardent guere à faire ſentir avec évidence les inconvénients fâcheux de cette union bizarre & extravagante; en un mot une infinité de ſingularités d'autant plus inſenſées, qu'elles attaquent formellement ou la vie, ou la ſanté, ou les uſages de différentes parties, & de celles entr'autres qui ſervent eſſentiellement à la propagation de l'eſpece; dira-t-on que c'eſt un deſſein qui a donné lieu à de pareils ouvrages? Mais ſi c'en eſt un, on peut le regarder comme très-mauvais, puiſque ſes productions ſont ſi folles, ſi défectueuſes & ſi comparables à celles de l'Horloger dont il a été parlé. Y a-t-il aucune proportion entre l'imperfection affreuſe de ces ouvrages, & l'idée que nous devons avoir de la cauſe toute puiſſante qui en produit à chaque inſtant de ſi parfaits dans toutes les différentes eſpeces d'Animaux, & qui eſt, pour ainſi dire, forcée à n'en jamais produire que de ſemblables, comme on le ſera voir clairement dans le quatriéme Mémoire?

Mais lorſqu'abandonnant l'idée de deſſein pour des ouvrages qui n'en méritent, ni n'en ſuppoſent, on ſe retourne du côté des cauſes accidentelles, on y apperçoit auſſi-tôt ce qui avoit été cherché, & n'avoit pu être trouvé ailleurs; tout le rapport & toute la proportion poſſible avec les défauts & l'extravagance des conſtructions monſtrueuſes. Ces cauſes

ſont aveugles, comme il a été dit dans le premier Mémoire; elles n'ont ni ne peuvent avoir de deſſein; elles agiſſent inconſidérément ſur tout ce qui s'offre à leur action, elles ne ménagent rien, & ſont diſpenſées de rendre raiſon de leurs effets; ne voilà-t-il pas les ſeules cauſes qui puiſſent convenir & être d'accord par leur nature avec celle des productions monſtrueuſes? Et la conſidération de ce rapport parfait, qui ne ſe trouve point ailleurs, ne diſſipe & ne fait-elle pas évanouir dans l'inſtant toute autre cauſe, & par-là n'établit-elle pas excluſivement les cauſes accidentelles pour la production de tous les dérangements monſtrueux qui ſe préſentent perpétuellement à nos regards? ce que ne fait pas de même l'opération du procédé anatomique, comme il a été remarqué.

Il s'offre même ici une réflexion ſur l'examen ſcrupuleuſement anatomique des différentes ſtructures monſtrueuſes, par lequel on cherche à vérifier la cauſe des Monſtres. C'eſt qu'outre les faux raiſonnements auxquels cet examen donne occaſion, lorſqu'il n'a pu faire appercevoir ce qu'on cherchoit par ſon moyen, il peut encore en impoſer, & aſſés ſouvent auſſi il en impoſe par certaines combinaiſons, par un rapport apparent, par une ſorte d'arrangement, de ſtructure particuliére que le hazard fait quelquefois trouver dans les parties combinées, de maniére qu'à ne conſidérer que le preſtige de cette méchanique, & en ſe renfermant, le ſcapel à la main, dans l'obſervation de certaines conſtructions monſtrueuſes, l'art que l'Anatomiſte y pourra trouver, lui donnera lieu de croire qu'un deſſein marqué a préſidé à leur formation. Mais quand on réfléchit ſur les vices réels & ſouvent énormes des différentes parties du même Monſtre, dans le nombre deſquelles il y en a toûjours qui annoncent d'ailleurs avec la derniére netteté, que c'eſt telle ou telle cauſe accidentelle qui les a produites: quand on conſidere le défaut de conſentement naturellement requis entre différentes parties deſtinées à concourir à une même fonction, & dont les unes qui ſont monſtrueuſes, détruiſent & font manquer ce que d'autres qui ont conſervé leur ſtructure naturelle, avoient

parfaitement bien préparé : ce qui pourroit donner lieu de dire, en ſuppoſant un deſſein, ou que ce deſſein eſt entré en contradiction avec lui-même, ou qu'il s'eſt trompé dans l'execution, ou que cette execution étoit au deſſus de ſes forces.

Enfin ſans entrer dans une infinité d'autres détails que l'obſervation de la multitude des différents faits monſtrueux fait aiſément appercevoir, & qui ne ſont pas moins concluants que ceux qui viennent d'être rapportés ; quand on fait attention aux uſages comiques, inſenſés, ſouvent affreux, ou autres d'un très-grand nombre de parties monſtrueuſes qui ſe trouvent dans le même ſujet, où l'on apperçoit auſſi les preſtiges anatomiques dont on vient de parler ; que devient alors l'idée de deſſein que ces preſtiges avoient fait naître ? Et ſi l'on veut un exemple particulier qui juſtifie pleinement les faits allégués pour détruire cette idée ſuggérée ſur les apparences trompeuſes de quelque ſtructure ſinguliére qu'on ne ſçauroit ſe réſoudre d'attribuer aux cauſes accidentelles ; on le trouve, cet exemple, dans l'article de mon premier Mémoire, ſur la Veſſie ou le cloaque du Monſtre de M. du Verney. Je ne rapporte point ici cet article, non plus que les réflexions que l'examen des parties de ce cloaque m'a inſpirées, & inſpire naturellement à quiconque ſe donnera la peine de l'examiner ; je prends ſeulement la liberté d'y renvoyer dans ce moment le Lecteur, ou de le prier de s'en rappeller la mémoire, pour ſe convaincre par-là de plus en plus de la vérité de tout ce qui vient d'être avancé.

On peut encore, indépendemment de la voye anatomique & de celle qui conſiſte dans la comparaiſon de la nature de l'effet avec celle de ſa cauſe, appercevoir par un troiſiéme moyen l'action des cauſes accidentelles ſur les Monſtres ; c'eſt en conſidérant & réuniſſant enſemble les circonſtances qui accompagnent certains faits monſtrueux, & qui, dès qu'elles ſont raſſemblées, annoncent ſi clairement & ſi poſitivement l'eſpece de cauſes qui ont produit ces faits monſtrueux, qu'on les y reconnoît avec autant de facilité & de promptitude, que

si elles opéroient sous nos yeux. Un nombre infini de Monstres pourroient nous offrir des exemples de cette nature, mais nous n'avons pas besoin d'en chercher ailleurs que dans les deux Fœtus du Monstre de M. du Verney ; ils nous en fournissent un bien évident, dont nous avons déja parlé dans le premier Mémoire : ce sont deux scrotums vuides & applatis ; quatre testicules, dont deux se sont trouvés dans chacun de ces fœtus, l'un dans l'aîne, & renfermé dans une poche, l'autre dans le ventre, & attaché au péritoine ; c'est enfin l'union des deux fœtus par la partie inférieure de leurs troncs.

Chacune de ces circonstances n'attestent-elles pas clairement, & comme de concert, le déplacement des testicules, sans qu'on ait besoin pour cela d'une connoissance anatomique très-exacte & très-détaillée de la maniére dont s'est pu faire ce déplacement & ce nouvel arrangement?

Les deux scrotums ont-ils été formés pour être vuides & sans emploi? Si ç'a été là leur destination en les créant, autant eût-il valu ne les pas créer. Et lorsqu'ils le sont, ne sçait-on pas que c'est pour servir d'enveloppe naturelle aux testicules? Il est donc plus que vraisemblable, 1.° que ces scrotums ont commencé par contenir les deux testicules, tant que les choses se sont conservées dans l'ordre naturel, & qu'ils ne sont devenus vuides que parce qu'ils ont été obligés de laisser partir ce qu'ils contenoient. Le vuide des scrotums devient donc une premiére preuve du déplacement des testicules. 2.° Ces testicules se trouvent comme jettés à l'abandon dans une terre étrangere où ils sont mal en ordre & mal à leur aise, & cette nouvelle habitation n'étant ni destinée ni propre à les recevoir & à les défendre du choc des corps environnants, ne paroît-elle pas bien plûtôt un lieu d'exil, que leur domicile naturel suffisamment annoncé par la présence & le vuide des scrotums ? Par conséquent les deux endroits extraordinaires où l'on trouve les testicules, sont une seconde preuve de leur déplacement. 3.° L'union particuliére des deux fœtus suppose une pression réciproque qui y a donné lieu ; & la position singuliére de ces deux fœtus unis ensemble par le

bas de leurs troncs, marque que les testicules, en conséquence de leur situation naturelle, ont été compris dans cette pression; ce qui forme une derniére preuve de la cause & de la vérité du déplacement des testicules.

Enfin, je le repete encore, les circonstances que nous venons en quelque maniére d'interpreter, ne constatent-elles pas aussi certainement & aussi positivement la pression & le déplacement des testicules qui en est l'effet, qu'eût jamais pu faire la voye anatomique par le détail le plus exact & le plus méchanique de la maniére dont s'est fait ce déplacement? Et s'il étoit possible que dans un cas aussi évident que l'est celui-ci, on ne pût appercevoir par la voye anatomique, comment les testicules du Monstre de M. du Verney ont pu sortir de leur scrotum, & trouver une route pour parvenir aux lieux où on les a trouvés, voici à mon avis, ce qu'on auroit à répondre en cas pareil. Quand on considere la petitesse naturelle de la matrice, & celle de son orifice interne dans les vierges sur-tout, conçoit-on bien non-seulement comment cette même partie acquerra dans la grossesse une grandeur & une capacité suffisantes pour contenir & renfermer un fœtus de neuf mois, mais encore comment son orifice, si bien fermé pendant tout le temps de la grossesse, qu'il n'admettroit qu'avec peine la plus petite sonde, s'ouvre néantmoins assés pendant le temps de l'accouchement pour laisser passer le fœtus à terme, c'est-à-dire, qui a neuf mois accomplis? Sçait-on bien comment il se fait jour au dehors, malgré les os qui entourent de tous côtés la matrice, & qui semblent devoir empêcher son expansion? Tous ces os, ou seulement quelques-uns de ces os sortent-ils de leur place pour livrer passage au fœtus? Enfin il faut avouer qu'on ne fait encore que bégayer sur la méchanique de cette opération naturelle, plus admirable qu'intelligible; cependant le fait de cette opération, ainsi que celui du déplacement des testicules, ne peut être plus constant qu'il l'est, & c'est par de semblables exemples qu'on doit répondre à toutes, ou du moins à la plûpart des objections contre la formation des Monstres

par les causes accidentelles : ce n'est toûjours que sur ce qu'on n'a point vû, ou qu'on n'a pu voir, qu'on les attaque, c'est-à-dire, sur un défaut de lumiéres, qui est bien un motif d'humiliation pour celui qui n'a pu voir, mais non pas un titre capable de détruire des causes d'ailleurs très-avérées.

Et ce qui peut faire en un grand nombre de cas la difficulté, je ne dis pas de découvrir parfaitement, mais du moins d'entrevoir comment ces causes ont pu produire l'espece de forme monstrueuse qu'ont certaines parties, c'est le peu de réflexion qu'on fait sur le temps où ces causes y ont opéré, & sur celui où l'on examine leur effet. Elles ont opéré, lorsque ces parties n'étoient, pour ainsi dire, que de petites portions glaireuses, flexibles, susceptibles de la moindre impression & d'effets singuliers, dont elles deviennent d'autant moins capables dans la suite, que le degré de leur solidité & de leur résistance augmente de beaucoup, & c'est seulement lorsque cette augmentation est parvenuë à un certain point, que les parties monstrueuses du fœtus s'offrent aux regards & à la curiosité de l'Anatomiste, qui ne fait peut-être pas toûjours assés d'attention aux souplesses dont elles étoient capables dans leur premier état de mollesse & de flexibilité, dans lequel elles pouvoient par-là se prêter à des effets dont on ne peut les soupçonner quand on ne les considere que dans le dernier état où elles sont parvenuës, & qu'on oublie en quelque sorte celui où elles ont été.

Voilà donc déja trois moyens différents de vérifier l'action des causes accidentelles sur les Monstres, & quoique dans plusieurs sortes de parties monstrueuses, il n'y ait souvent qu'un ou deux de ces moyens qui déclarent que ce qu'elles ont de monstrueux, elles le doivent aux causes accidentelles; il y a aussi d'autres parties monstrueuses sur lesquelles les trois moyens manifestent à la fois l'action de ces mêmes causes : par exemple, on a déja vû que la réunion des circonstances qui accompagnent les scrotums & les testicules du Monstre de M. du Verney, annonçoient une pression qui les avoit mis dans l'état où ils avoient été trouvés. Si l'on
considere

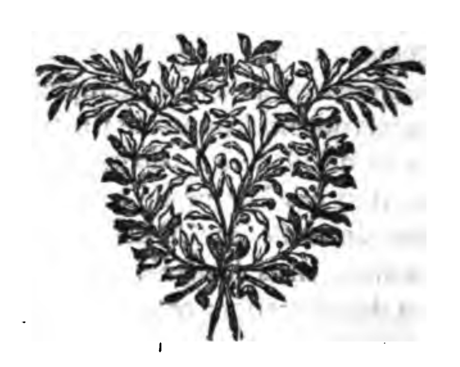
considere ensuite par la voye anatomique, la route que les quatre testicules chassés de leurs scrotums, ont dû tenir pour aller l'un dans l'aîne, l'autre dans le ventre, elle ne sera pas difficile à trouver. Enfin, des scrotums vuides, & des testicules placés hors de leur demeure naturelle, & en quelque maniére à l'aventure, ne supposent pas un arrangement, un ordre, mais un dérangement, un désordre, & ce n'est point là l'effet d'un dessein, mais d'une cause qui agit sans en avoir, d'une cause accidentelle; d'où l'on voit qu'il y a des faits monstrueux dans lesquels les causes qui les ont produits, se découvrent par tant d'endroits, que de quelque côté qu'on les considere, ces causes se montrent par-tout.

On verra encore dans le Mémoire suivant, par la revision qui nous reste à faire de plusieurs parties singuliéres du Monstre dont j'ai donné la description en 1724, qu'il fournit aussi plusieurs exemples dans lesquels l'action des causes accidentelles se découvre à la fois par les trois moyens rapportés, & par d'autres encore qui ne l'ont point été dans ce Mémoire; mais ce n'est pas seulement pour ces exemples, & pour quelques éclaircissements que nous pourrons tirer de cette revision, que j'entre dans le détail de ces parties, c'est encore parce qu'on a attaqué, non pas à la vérité tout ce que j'ai dit en faveur du systeme des causes accidentelles à l'occasion de ces parties monstrueuses, mais seulement les inductions tirées de quelques-unes de ces parties: or comme c'est, à dire vrai, l'application que j'ai faite du systeme des causes accidentelles aux différentes parties de ce Monstre, qui a donné lieu à la contestation présente, il m'importe d'effacer autant qu'il est possible les plus légeres apparences de difficultés à cet égard, & cela d'autant mieux que ce Monstre qui m'appartient, fournit peut-être les preuves les plus sensibles, les plus certaines, & s'il m'est permis de le dire, les plus authentiques, que le systeme des causes accidentelles puisse jamais recevoir d'aucun autre Monstre.

Ce qui pourra augmenter encore l'évidence & la certitude de ces preuves, ce sera la comparaison anatomique que je

ferai de ce Monſtre avec un autre parfaitement de même nature, c'eſt-à-dire, tout-à-fait ſemblable extérieurement à celui dont j'ai donné la deſcription, & qui lui reſſemble & en différe par pluſieurs parties internes, & à raiſon de quelques circonſtances dont l'effet tourne toûjours au profit des cauſes accidentelles.

Enfin, comme les éclairciſſements puiſés dans quelques Monſtres particuliers, en deviennent auſſi pour les Monſtres en général où pareilles choſes ſe rencontrent, ma réponſe à ce qui a été oppoſé à l'égard de quelques-unes des parties du Monſtre dont j'ai donné la deſcription en 1724, pourroit bien auſſi dans la ſuite devenir la ſolution d'objections ſemblables qu'on fera peut-être à l'occaſion d'autres Monſtres.



DES VARIATIONS

Que l'on observe dans la situation & dans le mouvement de diverses Etoiles fixes.

Par M. CASSINI.

CE n'est qu'après une longue suite d'années, & même de siécles, qu'on s'est apperçû que les Etoiles fixes, outre le mouvement journalier apparent qui leur est commun avec toutes les Planetes, en avoient un particulier qui les entraînoit toutes suivant la suite des Signes de l'Occident vers l'Orient. 12 Novemb. 1738.

Les ayant d'abord comparées à l'horison, qui est le seul terme sensible que nous ayons dans le Ciel, & dont l'on peut déterminer avec assés de facilité & d'évidence les points principaux, tels que le Midi, le Septentrion, l'Orient & l'Occident, on les a vûës pendant plusieurs années se lever & se coucher aux mêmes points de cet horison. Mais dans la succession des temps, on a remarqué que les unes s'approchoient des points des Equinoxes pendant que les autres s'en éloignoient, sans cependant changer de situation ou de configuration les unes à l'égard des autres, ce qui fit juger qu'elles avoient toutes un mouvement particulier & uniforme autour d'un point dans le Ciel, qui n'étoit pas le Pole du Monde ou de l'Equinoctial, puisqu'elles ne conservoient pas à son égard la même situation.

C'est ce que Ptolemée remarqua par les observations qu'il fit de la hauteur méridienne de diverses Etoiles fixes dont il trouva la déclinaison à l'égard de l'Equinoctial fort différente de celle qui avoit été déterminée par Aristille, Timocharis & Hypparque ; au lieu que les comparant à l'Ecliptique, qui est le Cercle que le Soleil paroît décrire dans le cours de l'année, elles s'étoient conservées à la même distance de ce Cercle, où Hypparque les avoit trouvées 266 années

auparavant, ce qui lui fit juger que le mouvement propre des Etoiles fixes ne se faisoit pas de même que celui du premier mobile, autour des Poles de l'Equinoctial, mais autour des Poles du Zodiaque, qui sont les mêmes que ceux de la révolution apparente du Soleil autour de la Terre. Ce sentiment de Ptolemée a été confirmé par les observations de la plûpart des Astronomes qui l'ont suivi, qui ont trouvé de leur temps les latitudes des Etoiles fixes, ou leur distance à l'Ecliptique, telles qu'on les avoit observées plusieurs siécles auparavant, ou avec des différences qu'on pouvoit attribuer aisément aux erreurs qui se glissent dans les observations.

En effet, si l'on compare la situation présente des Etoiles fixes avec celle qui est marquée dans le Catalogue de Ptolemée, on en trouve plusieurs qui s'y accordent en latitude à très-peu près, d'autres qui en different en plus ou en moins, avec des variations qu'on n'a pas encore jusqu'à présent réduites à une regle certaine, & qu'on n'a peut-être pas eu assés soin de chercher, parce qu'il n'étoit pas encore bien constant si ces irrégularités étoient réelles, ou si elles provenoient de quelque défaut dans les observations.

C'est ce que nous avons eu soin d'examiner dans la recherche que nous avons faite en dernier lieu du mouvement apparent des Etoiles fixes en longitude.

Rien ne paroissoit plus nécessaire pour la perfection de l'Astronomie, que la connoissance exacte de ce mouvement; car comme à la réserve de l'horison, qui est souvent chargé de vapeurs, & presque toûjours rempli d'inégalités, nous n'avons point dans le Ciel de points fixes ni de cercles visibles auxquels on puisse rapporter le mouvement des Planetes, il est nécessaire de les comparer au Soleil ou aux Etoiles que l'on suppose fixes, & dont l'on doit connoître la situation, non seulement pour le temps présent, mais même pour le passé & pour l'avenir pendant un grand nombre de siécles, & c'est cependant ce que l'on ne connoissoit pas encore parfaitement.

Si l'on n'y employe que des observations d'un petit

nombre d'années, il est très-difficile de juger de la quantité exacte de leur mouvement qui est fort lent; & les petites erreurs venant à se multiplier, en peuvent produire de grandes dans l'espace de plusieurs siécles depuis les anciens Astronomes jusqu'à nous.

D'un autre côté, si l'on compare les observations anciennes avec les nôtres, on trouve des différences considérables dans la quantité du mouvement des Etoiles qui en résulte, suivant les différentes Etoiles que l'on y employe.

Doit-on attribuer cette différence au défaut de précision dans les observations anciennes de ces Etoiles, ou bien aux irrégularités de leurs mouvements ? c'est ce que l'on ignoroit jusqu'à présent, & qu'il étoit cependant bien important de pouvoir découvrir.

Il étoit donc nécessaire d'avoir des observations qui, quoique faites dans un moindre intervalle de temps, pussent par leur exactitude, mériter la préférence sur celles qui avoient été faites dans les siécles les plus reculés.

Ce fut dans cette vûë que dès les premiers établissements de cette Académie & de l'Observatoire Royal, si dignes de la magnificence du feu Roy, l'on commença par s'appliquer à cette recherche.

Il auroit été difficile, faute de connoître encore parfaitement divers éléments de l'Astronomie, tels que la théorie du Soleil, sa Parallaxe & les Réfractions, de déterminer avec la précision requise leur situation à l'égard de l'Ecliptique; mais l'on pouvoit, en dirigeant une Lunette fixe à une Etoile dans le temps que le Soleil étoit dans le même parallele, observer sa différence en ascension droite, pour la comparer à celle que l'on observeroit dans la suite des temps, & déterminer par ce moyen la quantité de leur mouvement, ce qui fut executé par M. Picard & mon Pere, d'abord à la Bibliotheque du Roy, & ensuite à l'Observatoire, principalement à l'égard d'Arcturus, une des plus belles Etoiles qu'il y ait dans le Ciel, qui est dans la constellation du Bouvier, & que l'on peut découvrir en plein jour presque toute l'année avec

des Lunettes de six pieds de longueur, & même au dessous.

Suivant les observations de cette Etoile, faites plusieurs jours de suite, avant le Solstice de cette année, lorsque le Soleil avoit la même déclinaison, nous avons trouvé le mouvement apparent des Etoiles fixes en longitude, de 50″ 8‴ par année, ce qui fait un degré en près de 72 années, & une révolution entière en 26000 années, plus grande de 1000 ans que celle qu'on leur attribuë ordinairement de 25000 années.

Mais cette détermination de la quantité du mouvement des Etoiles fixes n'a pas été le seul fruit de nos recherches; car comme on a été obligé d'y employer leur ascension droite & leur déclinaison observées en différents temps, & que ces mêmes éléments donnent leurs latitudes, nous avons été surpris de trouver dans celle d'Arcturus des différences très-considérables d'un temps à l'autre, & qui paroissent trop grandes pour qu'on puisse les attribuer à quelques erreurs dans les observations.

On avoit déja soupçonné quelque mouvement dans la latitude des Etoiles fixes. Tycho s'en étoit apperçû le premier, suivant ce qu'il remarque dans son Traité, de la nouvelle Etoile qui parut en 1572 dans la Constellation de Cassiopée; mais il assûre en même temps que cette variation n'étoit causée que par celle de l'obliquité de l'Ecliptique, & qu'elles n'en avoient réellement aucune, les unes à l'égard des autres, ce qu'il tâche de prouver par un grand nombre d'exemples qu'il rapporte de la situation ancienne de diverses Etoiles, qu'il trouve la même que celle qui résulte de ses observations.

D'un autre côté M. Halley, célebre Astronome Anglois, ayant comparé la situation présente des Etoiles avec celle qui avoit été observée par les anciens Astronomes, jugea, comme il le rapporte dans les Transactions Philosophiques de 1719, que les différences en latitude, qu'il avoit trouvées dans quelques-unes de ces Etoiles, étoient contraires à ce qui devoit résulter de la variation de l'obliquité de l'Ecliptique.

Deux sentiments si opposés, quoique puisés dans la même source, font bien voir l'insuffisance des éléments que l'on y avoit employés, & la nécessité où l'on étoit d'avoir recours aux seules observations modernes pour décider cette question; sçavoir, si les Etoiles qu'on nomme *Fixes*, conservent toutes entr'elles la même situation, ou si elles sont sujettes à quelque variation. C'est ce que nous allons examiner, & qui nous oblige d'entrer dans un détail un peu long, mais qui est nécessaire pour l'entiére conviction de ce que je prétends démontrer.

Dans le Voyage qui fut entrepris en 1672 dans l'Isle de Cayenne par M. Richer, pour vérifier divers éléments d'Astronomie, la déclinaison d'Arcturus y fut déterminée par huit observations, depuis le 9 jusqu'au 22 Juin, de 20^{d} $54' 15''$.

Nous avons préféré ces observations à celles qui furent faites à peu-près dans le même temps à l'Observatoire, parce que l'Isle de Cayenne n'étant éloignée que de 4 à 5 degrés de l'Equateur, cette Etoile étoit plus près du Zénith qu'à Paris, & par conséquent moins sujette aux erreurs qui peuvent être causées par les réfractions, & que d'ailleurs on y avoit employé de grands instruments vérifiés avec beaucoup de soin.

Suivant ces observations, supposant l'obliquité de l'Ecliptique, de $23^{d} 29' 0''$, telle qu'elle devoit être dans ce temps-là, on a trouvé la latitude d'Arcturus, de $30^{d} 57' 25''$.

Suivant les observations que nous avons faites cette année dans la même saison par le Quart-de-cercle fixe placé dans le Cabinet de la Tour orientale, & vérifiées par celles du Soleil, faites en même temps à la Méridienne qui est dans la Salle supérieure; la latitude d'Arcturus a été déterminée de 30^{d} $55' 26''$. Ainsi dans cet intervalle qui est de 66 années, le mouvement d'Arcturus en latitude a été de deux minutes dont cette Etoile s'est approchée de l'Ecliptique.

On a employé dans la recherche de la latitude de cette Etoile, l'obliquité de l'Ecliptique de $23^{d} 28' 30''$, telle

qu'elle résulte des observations faites en dernier lieu au Perou par Messieurs de cette Académie, que nous avons cru devoir préférer aux nôtres, qui la donnent plus petite de 10 secondes, par la même raison que nous avions donné la préférence aux observations faites en Cayenne pour déterminer la situation d'Arcturus en 1672.

Si cependant on vouloit employer nos propres observations, on trouveroit le mouvement d'Arcturus en latitude encore plus grand que celui que nous venons d'établir.

Cette variation dans la latitude d'Arcturus se trouve confirmée par celle qui a été déterminée par M. Flamsteed, dans son Catalogue des Etoiles fixes, où il l'a marquée en 1690, de 30^d 57′ 0″, peu différente de celle que nous avons trouvée en 1695, & plus grande de 1′ 34″ que celle qui résulte de nos derniéres observations, ce qui suit un mouvement progressif presque uniforme; car si l'on distribuë en 66 années la variation que l'on a observée dans la latitude d'Arcturus, depuis l'année 1672 jusqu'à présent, on aura 32 secondes pour cette variation jusqu'en 1690, & 1′ 28″ depuis ce temps-là jusqu'en 1738, à 6 secondes près de celle que l'on avoit déterminée.

Il reste présentement à examiner si les variations dans la latitude d'Arcturus, ont toûjours été du même sens, & de la même quantité. Nous avons eu, pour cet effet, recours aux observations de cette Etoile, faites par Tycho, entre lesquelles j'ai choisi par préférence celle du 24 Février 1584, parce qu'elle est marquée avoir été faite avec exactitude.

La hauteur méridienne de cette Etoile fut observée ce jour-là à Uranibourg, de 55^d 28′ 15″, dont retranchant la réfraction, de 40″, la hauteur de l'Equateur, de 34^d 5′ 45″, telle qu'elle fut déterminée par M. Picard en 1672, on aura sa déclinaison de 21^d 21′ 50″, au moyen de laquelle & de son ascension droite, qui étoit alors de 209^d 11′ 30″, on trouve sa latitude de 31^d 0′ 29″, plus grande de 3′ qu'en 1672, & de 4′ 57″ qu'elle n'est présentement; ce qui est à raison de 3′ 13″ pour 100 années, & de 2′ 50″ pour 88 années, intervalle entre l'observation

l'obſervation de Tycho & celle de l'année 1672, à 10" près de ce qu'on l'avoit trouvée pour ce temps-là.

Enfin, ſi l'on examine la latitude d'Arcturus, qui eſt marquée de 31d 30' dans le Catalogue de Ptolemée, dreſſé pour l'année 137 après J. C. on la trouve plus grande de 34' 34" qu'à préſent. Suivant cette détermination, le mouvement d'Arcturus en latitude auroit été ſeulement à raiſon de 2' 9" en 100 années, plus petit de 51 ſecondes que celui que nous avons trouvé par les obſervations modernes, comme il le doit être en effet, parce que cette Etoile étant alors à 27 degrés de la Vierge, près du point de la Balance, ſa variation en latitude n'étoit pas augmentée comme elle l'eſt à préſent par celle de l'obliquité de l'Ecliptique.

Il paroît donc, tant par les obſervations anciennes, que par les modernes, qu'Arcturus a eu un mouvement très-ſenſible en latitude, & qui ſurpaſſe de beaucoup celui que l'on a reconnu dans l'obliquité de l'Ecliptique, qui eſt tout au plus d'une minute en 100 années.

Cependant, comme on pourroit attribuer ces variations en partie à celles qui doivent réſulter de cette obliquité, & en partie au défaut des obſervations que Tycho & les autres anciens Aſtronomes ont faites avec des inſtrumens à pinnules, avant qu'on y eût appliqué des lunettes qui en augmentent la préciſion; pour ne laiſſer aucun doute ſur un fait d'une auſſi grande importance pour l'Aſtronomie, j'ai déterminé cette année, dans la même ſaiſon, la ſituation d'une Etoile dans la Jambe du Bouvier, de la 3.me grandeur, nommée η par Bayer, qui n'eſt éloignée d'Arcturus que d'environ 5 degrés en aſcenſion droite, & un degré en déclinaiſon, & j'en ai déduit ſa latitude de 28d 7' 19".

La hauteur méridienne de cette Etoile a été obſervée par Tycho le 7 Février 1586, de 54d 36' 40", & ſuppoſant ſa longitude telle qu'elle eſt marquée dans ſon Catalogue en 1601, de 0ſ 13d 4' 20", j'ai trouvé que ſa latitude étoit alors de 28d 7' 22", à 3 ſecondes près de celle qui réſulte de nos obſervations; de ſorte que dans l'eſpace de

152 années, cette Etoile n'a point changé sensiblement de latitude; au lieu qu'on trouve dans celle d'Arcturus, une variation de 5 minutes dans le même intervalle de temps, ce qui est encore confirmé par la latitude de ces deux Etoiles, marquée dans les Catalogues de Ptolemée & de Tycho, leur différence étant dans le premier, de 41 minutes, & dans le second, de 5 minutes plus grande qu'à présent.

Il est à remarquer que les observations de ces deux Etoiles ont été faites par Tycho avec les mêmes instruments, & que leur différence en déclinaison n'étoit que d'environ 50′, ce qui ôte tout le soupçon que l'on pourroit avoir sur la variation annuelle des Etoiles fixes, causée par l'aberration de la lumiére, ou sur le défaut de précision dans la division des instruments qu'on y a employés, qui pourroit produire quelqu'erreur considérable dans un arc beaucoup plus grand; cependant dans l'une il y a une variation considérable en latitude, pendant que dans l'autre on n'en trouve aucune, ou s'il y en a, comme il paroît dans le Catalogue de Ptolemée, elle est en sens contraire, ce qui rend ce fait encore plus surprenant.

Toutes ces raisons jointes ensemble me paroissent être une preuve incontestable du mouvement d'Arcturus en latitude.

Après avoir ainsi établi la variation de cette Etoile, j'ai cru devoir examiner s'il n'y en avoit point de semblable dans d'autres Etoiles fixes dont j'ai déterminé pour cet effet la situation avec le plus de précision qu'il m'a été possible.

Comme Sirius qui est dans la Gueule du grand Chien, est la plus belle & la plus éclatante des Etoiles qui paroissent sur notre horison, & que d'ailleurs M. Halley comparant en 1719, sa situation présente avec celle qui avoit été déterminée par Tycho & Ptolemée, avoit jugé qu'elle avoit eu quelque variation en latitude; j'ai cru qu'elle devoit être un des principaux objets de mes recherches.

Si je n'avois consulté que le Catalogue de Tycho, en faisant, de même que M. Halley, les corrections nécessaires tant à cause de l'obliquité de l'Ecliptique que Tycho estimoit

alors de 2 minutes $\frac{1}{2}$ plus grande qu'elle n'étoit au commencement de ce siécle, que par rapport à la réfraction qu'il ne croyoit pas sensible dans les Etoiles fixes dont la hauteur excede 20 degrés, j'aurois trouvé la latitude de cette Etoile pour ce temps-là, moindre de 2 ou 3 minutes qu'elle n'est présentement, ce qui, comparé à la détermination de Ptolémée qui la donne encore plus petite de 20 minutes qu'au temps de Tycho, feroit juger que cette Etoile a eu un mouvement sensible en latitude en s'éloignant, de même qu'Arcturus, du Pole septentrional de l'Ecliptique.

Mais comme nous avons les observations originales de cette Etoile, faites en grand nombre par Tycho à Uranibourg vers la fin du seiziéme siécle, rapportées par Albertus Cartius dans son Histoire céleste, j'ai cru devoir préférer la détermination de la latitude qui en résulte, en y employant l'obliquité de l'Ecliptique de $23^d\ 29'\ 30''$, telle qu'elle devoit être alors, dans la supposition qu'il y a eu dans cette obliquité, une variation d'une minute en 140 années, comme nous la trouvons présentement.

Nous y avons aussi employé la hauteur du Pole d'Uranibourg, déterminée par M. Picard en 1672, & la réfraction telle qu'elle est marquée dans la Connoissance des Temps, & qui s'est trouvée à peu-près conforme à celle que Messieurs de l'Académie ont déterminée par les observations qu'ils ont faites en dernier lieu sous le Cercle Polaire, dans des endroits qui sont encore beaucoup plus vers le Nord qu'Uranibourg.

Suivant ces observations, on trouve la latitude de Sirius, de $39^d\ 32'\ 10''$, qui ne différe que de peu de secondes de celle que l'on a déterminée par les observations faites à Cayenne en 1672, de $39^d\ 31'\ 55''$, & qui est marquée dans le Catalogue de M. Flamsteed, de $39^d\ 32'\ 8''$; d'où il résulte que dans l'intervalle de plus de 100 années, Sirius n'a eu presque aucun mouvement sensible en latitude.

Il est vrai qu'on la trouve présentement plus grande de près d'une minute, mais cette différence peut être attribuée aux différents éléments qu'on y a employés, joint à la

variation causée par l'aberration de la lumiére, qui doit faire paroître la latitude des Etoiles plus grande ou plus petite, suivant les différentes saisons de l'année où les observations ont été faites.

Après Sirius, nous avons examiné de la même maniére la situation d'*Aldebaran* ou de l'Œil du Taureau, qui est une des trois Etoiles dans lesquelles M. Halley a jugé qu'il y avoit eu quelque variation en latitude, fondé sur la détermination de Ptolemée, & principalement sur une observation de la Conjonction de cette Etoile avec la Lune, du 11 Mars de l'année 509, faite à Athénes, rapportée par M. Bouillaud, qui l'avoit tirée d'un Manuscrit grec de la Bibliotheque du Roy; & nous avons trouvé que suivant les observations de Tycho, faites en 1589, la latitude de cette Etoile, qui est méridionale, étoit de $5^{d}\,30'\,23''$, plus grande de 33 secondes que celle que M. Flamsteed avoit déterminée en 1690, & de 48 secondes qu'on ne la trouve présentement; au lieu que suivant Ptolemée & ce Manuscrit grec, elle auroit dû être plus petite, ce qui fait voir l'insuffisance des observations anciennes pour une pareille recherche.

Nous avons donc jugé n'y devoir employer que nos propres observations faites depuis l'établissement de cette Académie, comparées à celles de Tycho & au Catalogue de M. Flamsteed, qui paroît avoir été dressé sur des observations fort exactes, auxquelles la plûpart des nôtres s'accordent avec des différences si peu considérables, qu'on peut les attribuer aisément aux petites erreurs inséparables des observations, ou à la variation annuelle des Etoiles fixes.

Mais comme l'on pourroit m'objecter que de même que je n'ai pas jugé les observations de Ptolemée, d'une précision suffisante pour cette recherche, l'on ne doit point non plus compter sur celles de Tycho, qui ont été faites, de même que celles des Astronomes qui l'ont précédé, avec des instruments garnis de pinnules sans lunettes; j'ai crû devoir m'assûrer du degré d'exactitude qu'elles peuvent avoir, en cette maniére.

Comme dans le recueil de ses observations, il y en a un grand nombre de l'Etoile Polaire lorsqu'elle a passé dans la partie supérieure & dans l'inférieure du cercle qu'elle décrit autour du Pole, j'en ai déduit la hauteur apparente du Pole d'Uranibourg, qui, étant corrigée par la réfraction, donne sa hauteur véritable de $55^d\ 54'\ 0''$, ou à quelques secondes près. M. Picard l'avoit déterminée avec un grand soin en 1672, de $55^d\ 54'\ 15''$; ainsi il ne se trouve entre ces deux déterminations, qu'une différence de 15 secondes, ce qui fait voir la précision des instruments dont Tycho s'est servi, & par conséquent celle des observations des autres Etoiles, faites avec les mêmes instruments, que j'ai eu soin d'employer dans cette recherche.

En effet, dans la comparaison que j'ai faite de ses observations avec les nôtres, j'ai trouvé dans la plûpart, un accord presque aussi grand qu'entre nos propres observations.

J'ai déja fait mention d'une Etoile de la Jambe du Bouvier, dont la latitude ne différe que de 3 secondes de celle qui résulte de nos derniéres observations. On ne trouve de même qu'une différence de 20 secondes dans le Cœur du Scorpion, de 8 secondes dans la précédente de l'Aigle, de 22 secondes dans l'Epy de la Vierge, de 16 secondes dans la Couronne boréale, de 25 secondes dans la Tête d'Ophiucus, & de 13 secondes dans celle d'Hercule.

A l'égard des Etoiles qui paroissent avoir eu quelque variation en latitude, nous trouvons d'abord le Pied d'Orion nommé *Rigel*, de même que la Luisante dans l'Epaule de la même Constellation, le Cœur du Lion & la Chevre. Les variations de ces Etoiles n'excedent pas cependant 2 minutes depuis Tycho jusqu'à nous, ce qui les rend par conséquent beaucoup moins évidentes que celle d'Arcturus où il s'en est trouvé une de 5 minutes dans le même intervalle de temps.

Nous avons aussi remarqué quelque variation dans la latitude de la Luisante de l'Aigle, qui étoit au temps de Tycho, de $29^d\ 18'\ 11''$, suivant M. Flamsteed de $29^d\ 19'\ 11''$, & que nous trouvons présentement de $29^d\ 19'\ 8''$, ce qui

paroît s'accorder à la latitude que Ptolemée lui a donnée, de 29^d 10′ 0″.

Mais ce qu'il y a de ſingulier, eſt que la latitude de l'Etoile qui la ſuit immédiatement, & qui n'en eſt éloignée que d'environ un degré en aſcenſion droite, & deux degrés en déclinaiſon, paroît avoir diminué à peu-près de la même quantité que celle-ci avoit augmenté depuis Ptolemée juſqu'à nous, puiſqu'elle étoit, ſuivant cet Aſtronome, de 27^d 10′; au lieu qu'au temps de Tycho, on ne l'a trouvée que de 26^d 45′ 8″, qu'elle eſt marquée dans le Catalogue de M. Flamſteed, de 26^d 44′ 20″, & qu'elle n'eſt préſentement que de 26^d 43′ 40″.

La différence entre la latitude de ces deux Etoiles étant préſentement plus grande de 36 minutes qu'au temps de Ptolemée, & de 2 à 3 minutes que ſuivant les obſervations de Tycho.

Après avoir ainſi déterminé les variations qui ſont arrivées dans la latitude des Etoiles fixes, nous avons eſſayé de reconnoître ſi elles en avoient auſſi quelqu'une en longitude. Mais cette recherche eſt ſujette à de plus grandes difficultés, car comme toutes les Etoiles ont un mouvement apparent en longitude de l'Occident vers l'Orient, d'environ 50″ par année, il faut diſcerner ce qui convient à ce mouvement, de ce qui peut être produit par les variations des Etoiles dans le même ſens, ou dans un ſens contraire, ce qui eſt d'autant plus difficile, que l'on ne peut pas déterminer avec la même préciſion la longitude des Etoiles que leur latitude.

J'ai donc examiné ſi parmi les obſervations des Etoiles fixes que j'ai faites cette année, j'en pourrois trouver quelqu'une qui pût me ſervir à découvrir s'il y avoit quelque variation dans leur longitude, & je n'en ai trouvé aucune où elle parut avec plus d'évidence, que dans la Luiſante de l'Aigle & les deux Etoiles voiſines qui ſervent à la diſtinguer aiſément des autres Conſtellations qui l'environnent.

On obſerve ces trois Etoiles au Méridien dans les mois d'Août & de Septembre, peu de temps après le coucher du

Soleil, ce qui donne la facilité de déterminer pendant plusieurs jours de suite leur passage par le Méridien, de même que leur hauteur, comme nous l'avons fait cette année.

Comme elles sont fort près l'une de l'autre, l'erreur de l'instrument qui ne seroit pas exactement dans le plan du Méridien, ni celle d'une Pendule, quelque mal réglée qu'elle fût, n'en peut influer aucune de sensible sur leur différence horaire en ascension droite, que j'ai trouvée de 4' 11" entre la précédente & la Claire de l'Aigle, & de 4' 25" entre celle-ci & la suivante. Elles ont par la même raison cet avantage singulier, que les variations que M. Braydley a découvertes dans les Etoiles fixes en diverses saisons de l'année, causées par l'aberration de la lumiére, n'y peuvent causer aucune différence sensible.

Ayant donc comparé les différences de ces Etoiles en ascension droite, converties en degrés, avec celles qui sont marquées dans le Catalogue de M. Flamsteed, réduites au temps de nos observations, j'ai trouvé que dans l'espace de 48 années la Luisante de l'Aigle s'est éloignée vers l'Orient de 48 secondes de degré de celle qui la précede, & qu'elle s'est approchée de la suivante d'une minute 13 secondes.

Ayant ensuite déterminé la longitude de ces trois Etoiles par le moyen de leur ascension droite & de leur déclinaison, j'ai trouvé la différence entre la premiére & la seconde, de 58 secondes, & entre la seconde & la troisiéme, de 1' 26", toutes les deux encore plus grandes qu'en ascension droite; d'où il suit nécessairement que ces trois Etoiles, ou du moins deux d'entr'elles, ont eu une variation sensible en longitude, à moins qu'on ne voulût révoquer en doute la précision des observations d'un aussi habile Astronome que M. Flamsteed, ce qui ne seroit pas équitable.

Mais pour ne laisser aucun doute sur ce sujet, j'ai examiné la situation de ces Etoiles marquée par Tycho dans son Catalogue, & j'ai trouvé que dans l'intervalle de 137 années, depuis 1601 jusqu'à présent, la Luisante de l'Aigle s'est éloignée de 4' 14" de celle qui la précede, & qu'elle s'est

approchée en même temps de deux minutes de celle qui la suit; de sorte que ces deux Etoiles qui étoient alors presque à distance égale de la Claire de l'Aigle, avec une différence seulement d'une minute, en sont présentement écartées l'une plus que l'autre de 5' 20". Une pareille variation, si elle subsistoit, devroit faire paroître dans la suite des temps, vers l'Occident de la Luisante de l'Aigle, celle qui se trouve présentement vers l'Orient à son égard.

Il nous reste présentement à expliquer de quelle maniére on peut concevoir que ces variations arrivent dans les Etoiles, si elles sont réelles ou apparentes.

Comme on attribuë présentement à la Terre tous les mouvements qu'on apperçoit dans les Etoiles fixes; que l'on explique parfaitement bien leur mouvement journalier par la révolution de la Terre autour de son Axe, celui qu'elles ont en longitude par la révolution de l'Axe de la Terre autour des Poles de l'Ecliptique, & leurs variations tant en longitude qu'en latitude en diverses saisons de l'année par l'aberration de la lumiére; j'ai examiné si on pouvoit aussi lui rapporter celles que nous avons reconnuës dans la longitude & la latitude des Etoiles fixes.

Si l'on avoit observé dans toutes les Etoiles une variation dont la direction fût dans le même sens, on pourroit l'expliquer aussi par quelque mouvement particulier dans l'inclinaison du plan de l'Ecliptique; mais comme de quelque maniére que l'on conçût cette inclinaison, il seroit difficile de donner la raison par laquelle on n'en a trouvé aucune de sensible dans l'Etoile de la Jambe du Bouvier, pendant qu'on en a reconnu une si évidente dans Arcturus qui en est fort proche, & de quelle maniére une des Etoiles de l'Aigle a pu s'approcher du Nord pendant que l'autre s'en est éloignée, il faut nécessairement avoir recours à quelque autre cause qui soit éloignée de la Terre où nous habitons.

Si l'on attribuoit de même ces variations à quelque mouvement du Soleil autour du centre commun de gravité de toutes les Planetes, comme M. Newton l'a supposé, il en résulteroit

résulteroit des variations dans toutes les Etoiles, dont les unes paroîtroient directes, les autres stationnaires, & les derniéres rétrogrades, de même que nous les appercevons dans les Planetes supérieures, & ces mouvements seroient moins sensibles dans les Etoiles qui sont plus éloignées de ce centre, que dans celles qui en sont plus proches, ce qui expliqueroit assés bien ces apparences, si les plus grandes Etoiles que l'on juge les plus près de nous, étoient celles où l'on eût reconnu le plus de variation. Mais comme nous n'en avons trouvé presque aucune dans Sirius, qui est la plus belle de toutes, ni dans la plûpart des autres de la premiére grandeur, que d'ailleurs la distance du centre du Soleil au centre du Monde n'excede jamais, suivant cet Auteur, le diametre entier du Soleil, ce qui seroit imperceptible à la distance des Etoiles fixes, par rapport à laquelle le diametre entier de l'Orbe annuel n'est aucunement sensible, nous avons crû en devoir chercher la cause au de-là de notre Tourbillon.

On peut donc supposer avec beaucoup de vraisemblance, que les Etoiles qui sont sujettes à quelque variation, font leurs révolutions autour d'un centre ou d'un Astre que nous n'appercevons pas, & qui pourroit être même quelqu'une de ces Etoiles que nous distinguons; car quoique nous les reconnoissions toutes pour autant de Soleils, il est très-possible que de même qu'il y a des Planetes qui font leurs révolutions autour d'autres Planetes, telles que la Lune autour de la Terre, & les Satellites autour de Jupiter & de Saturne, il y ait aussi des Etoiles fixes dont le mouvement se fasse autour d'autres Astres de la même nature, ce qui s'accorderoit à la pensée de Descartes, qui a jugé que la Terre & les Planetes étoient, dans leur premiere origine, des Astres lumineux qui se sont incrustés dans la suite des temps.

Ainsi comme l'on a déja remarqué diverses variétés dans les Etoiles fixes, qu'il y en a de nouvelles qu'on n'avoit pas apperçûës auparavant, qu'il s'en est trouvé d'autres qui, après avoir paru pendant quelque temps, ont cessé de paroître entiérement, & qu'on en observe qui paroissent & disparoissent

ſuivant des Périodes réglées ; on peut concevoir auſſi qu'il y a des Etoiles qui ſont réellement fixes, & d'autres qui ont des Périodes réglées autour d'un ou de divers points dans le Ciel, avec des mouvements plus ou moins lents, ſuivant qu'elles ſont plus ou moins éloignées de la Terre, ou du centre autour duquel elles font leurs révolutions.

Il réſulte de cette hypotheſe, que ſuivant la diverſe poſition de ces Etoiles ſur leurs orbes, les unes paroîtront avoir un mouvement en longitude de l'Occident vers l'Orient, les autres dans un ſens contraire, d'autres enfin paroîtront s'approcher ou s'éloigner des Poles de l'Ecliptique, conformément aux obſervations.

Quoi qu'il en ſoit, il peut demeurer pour conſtant que quoique la plûpart des Etoiles fixes conſervent entr'elles la même ſituation, il y en a quelques-unes qui s'approchent ou s'éloignent les unes des autres, tant en longitude qu'en latitude, ce qu'il eſt, comme nous l'avons déja remarqué, très-important de reconnoître pour le progrès de l'Aſtronomie, puiſque c'eſt aux Etoiles fixes que nous rapportons principalement les mouvements des autres Corps céleſtes.



METHODE

De déterminer la Parallaxe du Soleil par observation immédiate.

Par M. GODIN.

JE ne crois pas qu'on ait donné jusqu'à présent une méthode directe & réductible à la pratique de trouver la Parallaxe du Soleil. Après l'ingénieux *Diagramme* d'Hypparque, illustré par Horoccius, & la Méthode d'Aristarque si cultivée dans le dernier siécle par d'habiles Astronomes, sur-tout par Riccioli & Vendelin, les deux plus fameuses que je connoisse, sont celles de M.[rs] Cassini & Halley. Le premier, comme on sçait, nous a enseigné le moyen de la trouver par la Parallaxe de Mars acronyque, plus que double dans certaines circonstances, de celle du Soleil, moyen à peu-près semblable à celui que Tycho avoit employé dans la recherche de la Parallaxe de la nouvelle Etoile qui parut en 1672 dans la Constellation de Cassiopée.

Sur la Montagne de Pembamarca près Quito, le 31 Août 1737.

M. Halley a fait voir que de la Conjonction inférieure écliptique de Venus avec le Soleil, qui doit arriver le 6 Juin 1761 (& il en sera à peu-près de même de toute autre) on pouvoit déduire la Parallaxe du Soleil à un degré de précision fort grand, qu'il énonce, mais dont je ne me souviens pas.

Ces méthodes supposent & de la théorie & du calcul, outre une très-grande précision dans les observations; mais celle de M. Cassini l'emporte sur celle de M. Halley, par sa fréquence, ce qui est un très-grand mérite dans ces sortes de recherches. Au lieu d'y employer le temps pour trouver la distance entre Mars & une Etoile, je voudrois me servir du Micrometre; car sa parallaxe horisontale étant de 25", on ne pourra souvent l'observer que lorsqu'elle ne sera que de 15 secondes, qui répondent à une seconde de temps,

précision souvent difficile à atteindre dans des observations de cette nature. J'aimerois mieux mesurer avec le Micrometre la distance entre la Planete & l'Etoile, que je voudrois la plus petite possible à l'horison, afin d'éviter la différence des réfractions alors considérable, je prendrois la différence en ascension droite, ou en ascension oblique, ou en hauteur, dans un moment connu, & par le moyen des hauteurs effectives prises en même temps, & les mêmes choses reprises au Méridien, j'aurois après un calcul assés simple, la parallaxe de Mars avec un peu plus de certitude.

Je m'étonne que dans quelques Voyages qui ont été faits par des personnes capables, on n'ait pas mis en pratique la méthode que je vais donner, si simple, & telle qu'on pourroit trouver une parallaxe au Soleil double de son horisontale, s'il y avoit sous chacun des Poles de la Terre un Observateur. Mais si cette extension n'est pas praticable, au moins il y a assés souvent au Nord & au Midi, des Astronomes assés éloignés les uns des autres pour en observer une dont l'horisontale ne soit qu'une partie.

Moi qui suis sous l'Equateur, par exemple, à Quito par 0° 13′ $\frac{1}{3}$ de latitude Sud, je dirige & je fixe une Lunete au Soleil lorsqu'il passe par l'Equateur ou par mon Zénith. Sans égard à la hauteur exacte d'un de ses bords lors de sa médiation, je place un filet du Micrometre adapté à la Lunete, de maniére qu'à midi juste, ou au moins très-près de midi & dans un instant qui me soit connu, le bord du Soleil décrive ce filet; je laisse la Lunete & le Micrometre en cet état, & y regardant la nuit, j'observe lorsque quelque Etoile y passe, en décrivant, s'il se peut, le même fil; ou bien je change sa situation, de maniére que l'Etoile le décrive, & je remarque le nombre de parties, ou la quantité dont l'Etoile a été plus septentrionale ou plus méridionale que le bord du Soleil. Si dans le même instant, en un lieu fort éloigné & placé sous le même Méridien que moi, on fait la même observation, il est évident que la différence de distance de l'Etoile au même bord du Soleil, donnera l'angle

sous lequel est vû du Soleil le sinus de l'arc du Méridien intercepté d'un lieu à l'autre. La latitude de Paris est de 48°. 50′ 10″, celle de Quito est de 13′ 10″. La somme est 49° 3′ 20″, si la parallaxe horisontale du Soleil est, comme je la crois, de 15 secondes. Le sinus de 49° 3′ 20″ dans cette situation, paroîtra sous un angle d'environ 11″ $\frac{1}{3}$, & telle sera la différence de distance entre le bord du Soleil & l'Etoile dans les deux lieux différents, comme Quito & Paris, en observant le Soleil vers l'Equinoxe.

Au Solstice d'Eté, le bord septentrional du Soleil est distant du Zénith de Quito, d'environ 23° 58′, & du Zénith de Paris, d'environ 25° 6′, il est donc à peu-près également élevé dans ces deux lieux; & comparant alors ce bord avec une même Etoile dans ces deux lieux, la différence de distance donnera à très-peu près l'angle sous lequel est vûë du Soleil la corde de 49° 4′, que l'on trouvera d'un peu plus de 12 secondes.

De ces observations, on déduira la parallaxe horisontale: or ces quantités sont sensibles, même de plus petites en cas que la parallaxe horisontale soit moindre que 15 secondes.

Il n'y a pas tant à espérer sur des observations semblables faites sous la Ligne & à Paris au Solstice d'Hiver, mais plus au Sud de la Ligne, on y gagneroit encore. J'ai écrit sur ce sujet à deux Astronomes à Lima, Don Pedro Peralta, & Don Joseph Bexnal. Le premier, par son grand âge & ses infirmités n'est plus guére en état d'y contribuer que par ses avis, mais l'autre est au fait & à portée de faire ces observations. Supposant Lima par 12° 1′ 50″ de la latitude Sud *, & y faisant, ainsi qu'à Paris, des observations correspondantes, lorsque le Soleil passera par le Zénith de Lima, & lorsqu'il passera au Zénith milieu entre ceux de ces deux Villes, on aura un peu plus de 13 secondes pour l'angle sous lequel est vû du Soleil le sinus de 61° 5′ 10″, & un peu plus de 15 secondes; c'est-à-dire, plus que la parallaxe horisontale supposée, comme il doit arriver, pour l'angle sous

* Sa véritable latitude est de 12° 3′ 30″.

lequel eſt vûë la corde de ce même arc de 61° 5' 10", intercepté entre Paris & Lima.

J'ai vû qu'on pouvoit encore aller plus loin, j'ai écrit au P. Bonaventura Suaxez, Jéſuite, duquel nous avons ici des obſervations d'Eclipſes de Soleil, de Lune, & des quatre Satellites de Jupiter, qui nous ont été communiquées par Don Pedro Peralta. Ce Pere obſerve dans la Doctrine de S.t Côme & S.t Damien, qui occupe à peu-près le milieu entre les Doctrines orientales & occidentales des Miſſions du Paraguay. La longitude de S.t Côme depuis l'Iſle de Fer eſt de 322° 8', & ſa latitude de 27° 26' Sud.

J'écris de même par cette occaſion à M. Horrebow, célébre Aſtronome à Coppenhague, & je le prie de communiquer l'idée de ma Lettre à Meſſieurs les Aſtronomes de Peterſbourg, d'où je crois que M. Deliſle eſt de retour.

Pour examiner le cas le plus favorable, je ſuppoſe la latitude de Peterſbourg, de 60° 0'. La diſtance entre les paralleles de Peterſbourg & de S.t Côme eſt donc de 87° 26'. Si l'on obſerve dans chacun de ces lieux la diſtance d'une même Etoile fixe à un des bords du Soleil, lorſque ce bord ſera à peu-près dans le parallele moyen entre ces deux, ou lorſque ſa déclinaiſon ſera de 16° & environ 17' ſeptentrionale, la différence ou la comparaiſon des diſtances, donnera l'angle ſous lequel ſera vûë la corde de 87° 26', que l'on trouvera de 20 ſecondes $\frac{1}{2}$ à très-peu près; & ainſi des autres lieux terreſtres où l'on pourra faire des obſervations ſemblables.

Telle eſt la méthode à laquelle tous les Aſtronomes ont ſans doute penſé, mais qu'on n'a pas miſe en pratique par la trop grande proximité les uns des autres. Pour convenir autant qu'il eſt poſſible à préſent, des moyens de faire ces obſervations, je compte moi obſerver ici le bord ſeptentrional du Soleil, & le comparer à pluſieurs Etoiles les plus voiſines de ce bord; c'eſt auſſi ce que j'écris de faire aux Aſtronomes du Sud, auxquels j'en donne avis, ainſi ceux

du Nord pourront, s'ils le jugent à propos, se regler là-dessus; j'employerai une Lunete d'environ 14 pieds.

Des Etoiles de la première & seconde grandeur qui passeroient de jour par le Méridien, seroient, toutes choses égales, préférables par la grande commodité de leur voir décrire un fil sans l'éclairer.

Que les lieux des observations soient sous différents Méridiens, cela n'est d'aucune conséquence. La véritable obliquité de l'Écliptique étant connuë, on aura toûjours cette différence des Méridiens & le lieu du Soleil assés justes pour sçavoir avec précision son mouvement en déclinaison pendant l'intervalle de deux médiations.

Les réfractions ne feront aucun obstacle, puisqu'il n'est question que d'un très-petit intervalle à une même hauteur dans chaque lieu, & en se servant du même bord du Soleil, on n'a pas besoin de connoître ses diametres apparents.

Voilà tout ce que je suis en état de dire sur cette méthode, que j'ai été pressé de mettre par écrit, afin de l'envoyer assés à temps en Europe, pour espérer des observations correspondantes à celles que je compte faire à l'Equinoxe de Mars & au Solstice d'Eté de 1738, & peut-être encore à l'Equinoxe suivant, qui me paroît devoir être le terme le plus éloigné de notre séjour vers la Ligne.

J'aurois souhaité pouvoir indiquer moi-même les Etoiles les plus propres à ces observations dans chaque lieu, afin d'en convenir de part & d'autre, mais l'occasion qui s'offre d'envoyer ceci en Europe est instante; & où j'écris ceci, je n'ai d'autres Livres que des Tables de Logarithmes, dénué d'ailleurs de toutes sortes de commodités, sous l'abri d'une tente qu'un vent continuel & forcé, semble nous envier, & où le degré de chaleur, quoique sous la Ligne, est indiqué par la division 3 au-dessous du terme de la glace dans le Thermometre de M. de Reaumur.

ADDITION à la Méthode de trouver la Parallaxe du Soleil par observation immédiate.

Quito. 4 Juin 1738.

SUR la fin d'Août de l'année derniére, je profitai d'une occasion fort pressée qui se présenta, pour envoyer & soûmettre au jugement de l'Académie, une Méthode que j'avois imaginée, d'observer immédiatement la Parallaxe du Soleil. Le peu de temps, le manque de Livres, particuliérement dans le lieu où j'étois, ne me permirent pas alors d'en dire davantage; mais ce que j'en communiquai, suffisoit & au de-là, pour être perfectionné par les Astronomes qui devoient le voir, en cas d'une approbation de leur part.

Depuis ce temps-là, j'ai pensé de nouveau à l'exécution de cette méthode, & je crois l'avoir renduë plus générale & plus aisée; on en jugera par ce que je dirai ici, après quelques remarques sur la nouveauté de l'invention.

Je m'étonnois qu'on n'eût pas en effet pratiqué cette méthode à laquelle j'étois persuadé que plusieurs avoient pensé, c'est ainsi que je m'en suis expliqué. Ayant eu depuis occasion de relire les Ouvrages de feu M. Cassini, j'ai trouvé cette même méthode indiquée pour qui lit avec quelque réflexion, mais en même temps rejettée comme non praticable, dans le sens que M. Cassini paroît avoir eu seulement en vûë, & avec la condition qu'il semble regarder comme indispensable, de voir le Soleil avec les Etoiles parmi lesquelles il se trouve, comme il arrive à l'égard des autres Planetes.

On pourroit inférer de-là qu'en effet M. Cassini n'a pas cherché à voir jusqu'où pouvoit s'étendre ce qu'il proposoit, ou la Méthode en général, & qu'uniquement occupé de celle qui employe les observations de Mars visible avec les Etoiles qui l'accompagnent, & dont la Parallaxe, plus que double de celle du Soleil, offroit un avantage considérable, il n'a pas fait sur les autres toutes les réflexions qu'il auroit pu faire.

C'est

C'est dans ses *Eléments d'Astronomie, vérifiés par les observations*, &c. où parlant de la Parallaxe des Planetes, il dit: *La Parallaxe du Soleil n'est pas la plus facile à déterminer; car outre qu'il n'est jamais si proche de la Terre que le sont quelquefois Mars, Venus & Mercure, on ne le voit point ordinairement parmi les Etoiles fixes avec lesquelles on le puisse comparer de divers endroits de la Terre ou d'un même lieu à diverses heures du jour, qui sont les maniéres les plus sûres de trouver les Parallaxes.* Anc. Mem. de l'Académie, tome 8. p. 97.

Cette même idée à laquelle M. *Cassini* s'arrêta alors, subsiste encore dans ce qu'il dit ensuite pour trouver la Parallaxe du Soleil par celle de Mars observé de divers lieux.

La meilleure méthode pour chercher la Parallaxe de Mars par la correspondance des observations faites à Paris & en Cayenne, auroit été d'observer par la Lunete la conjonction précise de cette Planete avec une Etoile fixe, &c. & ensuite: *Cette occasion de la conjonction précise de Mars avec une Etoile fixe vûë en même temps de l'un & de l'autre lieu, ne s'étant pas présentée, nous avons cherché des hauteurs méridiennes de Mars à peu-près égales à des hauteurs méridiennes des Etoiles fixes qui en étoient proche, observées les mêmes jours à Paris & en Cayenne.* Page 98.

A l'égard de la conjonction précise de Mars avec une Etoile fixe, quand même il en seroit arrivé une, il y auroit encore eu quelque difficulté à déduire la Parallaxe, & plus que M. Cassini n'en représente en tout cet endroit, où il regarde les deux stations comme si elles étoient sous un même Méridien, & que la conjonction précise arrivât au moment de la médiation. Je sçais qu'encore que tout cela n'arrive presque jamais ainsi, on ne laisse pas d'en tirer la Parallaxe, comme on le peut voir quelques pages plus loin que ce que je viens de citer; & je ne remarque pas cela pour diminuer rien de l'estime qu'on a donnée généralement & justement à cette belle Méthode, c'est seulement pour faire envisager les petites difficultés qui s'y rencontrent.

M. Cassini a donc recours aux hauteurs méridiennes de la Planete, & de quelques Etoiles fixes voisines d'elle, observées de part & d'autre les mêmes jours.

C'est en cet endroit principalement que je m'étonne qu'il n'ait pas donné pour précepte de fixer une Lunete à la Planete à l'instant de sa médiation, & de comparer avec ce même instrument immobile les Etoiles non seulement voisines, mais même toutes celles qui se trouvoient dans le même parallele que la Planete ; moyen incontestablement plus précis, plus commode même que celui qui fut executé.

Je dis de plus que malgré l'avantage en ce cas, de rechercher une quantité presque trois fois plus grande qu'une autre, je suis persuadé que si M. Cassini eût ajoûté ce précepte de plus à sa méthode, il eût préféré la recherche immédiate de la Parallaxe même du Soleil, & il eût dit : *Quoiqu'on ne voye point ordinairement les Etoiles fixes parmi lesquelles il se trouve, on le peut néantmoins comparer de divers endroits de la Terre avec d'autres qui ont la même déclinaison, & passent au Méridien à la même hauteur & par la même Lunete fixée à l'un de ses bords au moment de sa médiation.* Et c'est précisément ce que j'ai proposé.

Car je ne crois pas que l'on doute qu'un instrument fixe, tel qu'un Micrometre appliqué à une Lunete immobile de 15 pieds environ, par le moyen duquel on peut aller à la précision d'une seconde, ne soit préférable à un instrument qu'il faut remuer, ou du moins qui ne donne les hauteurs qu'à 5″ près, comme il paroît par les observations faites alors, & qui est sujet d'ailleurs à quantité d'autres vérifications, toûjours mêlées de quelques incertitudes.

Quant au choix de la Planete dont la parallaxe doit servir de fondement à celle du Soleil, je crois qu'à employer le Soleil même, les avantages réciproques se compenseront au moins.

En tous les temps de l'année on le peut observer à cet effet, ses déclinaisons & son mouvement en ce sens sont mieux connuës, & ses bords sont des points plus aisés à saisir que ceux des autres corps célestes propres à cette recherche. Mais il y a outre cela à l'employer un avantage considérable, & qui ne pouvant être contredit, n'a point de parité dans

les autres Planetes, c'est qu'il n'est pas nécessaire que les observations faites en divers lieux de la Terre soient faites en même temps, puisque, comme on verra ci-après, un intervalle de quelques années qui passeroit entre les observations correspondantes à diverses latitudes, n'ôteroit rien à la bonté de la méthode ni à la précision de ce qu'on en déduiroit. Voyons maintenant les moyens de l'executer.

Si l'on veut employer les observations correspondantes faites en divers lieux de la Terre par divers Observateurs, il faut convenir des lieux, des bords du Soleil & du temps auquel on fera ces observations, & dans ce cas il vaudra mieux les faire lorsque le Soleil décrira le parallele qui divise en deux parties égales la différence en latitude de ces deux stations, mais cet avantage ne se rencontrera pas toûjours, & souvent ne sera pas possible. Outre cela, avant qu'on soit en effet bien d'accord sur les lieux & les temps, il se passera un intervalle considérable, & cette méthode aura peut-être le même sort que quelques autres qu'on ne peut mettre en pratique, parce qu'elles dépendent de divers événements rares & de conditions trop difficiles : car quoique j'aye écrit il y a long-temps au Nord & au Sud, je n'ai pas lieu d'espérer si-tôt une parfaite correspondance. Je ne pus moi-même observer ici à l'Equinoxe du Printemps de cette année, & j'ai déja vû que par les observations au Solstice d'Eté, je n'aurai pas toute la facilité possible, à cause de la petitesse des Etoiles qui se trouvent alors dans le parallele du Soleil, lesquelles j'ai examinées avec attention.

Ces difficultés m'ont fait chercher de nouveau à rendre la méthode plus générale, & d'une plus sûre execution.

Je suppose, par exemple, que les observations seront faites à Quito & à Paris. Le cas le plus favorable est de les faire au Solstice d'Eté, & alors la Parallaxe horisontale du Soleil étant, comme je la prends, toûjours de 15", on trouvera au Soleil une parallaxe particuliére d'un peu plus de 12".

A l'Equinoxe, observant dans ces deux lieux, on aura une parallaxe de 11"$\frac{1}{3}$. Ce sont-là les deux extrêmes que je choisis.

Or depuis l'Equinoxe du Printemps jusqu'à celui d'Automne, pendant tout le temps que le Soleil est au Septentrion de l'Equateur, il rencontre les paralleles de diverses Etoiles fixes considérables & aisées à observer & à voir même de jour; telles sont celles de la premiére & de la seconde grandeur, que j'ai rangées dans la Table suivante avec leur déclinaison pour le 1.er Janvier 1739, & leur variation annuelle en ce sens; j'y ai marqué les jours de l'année auxquels le Soleil a une déclinaison septentrionale à peu-près égale à celle de ces Etoiles, & enfin l'heure de la médiation de ces Etoiles alors.

NOMS, CARACTERE ET GRANDEUR DES ETOILES.	Déclinaif. Septentr.			Mouvem. annuel en déclinaif.			TEMPS DE L'ANNÉE Auquel la déclinaison du Soleil est la même environ que celle de ces Etoiles, & Heure de la médiation de ces Etoiles.					
	D.	M.	S.	S.	T.			H.	M.		H.	M.
La Mâchoire de la Baleine... α 2	3	2	42	15	5	a	28 Mars	1	12 S.	15 Sept.	2	8 M.
Procyon............... α 2	5	53	46	7	0	0	5 Avril	6	28 S.	8	8	18 M.
L'Epaule orientale d'Orion.. α 1	7	17	24	1	50	0	8	4	33 S.	4	6	49 M.
La Claire du Col du Serpent. α 2	7	17	47	12	20	0	8	2	26 M.	4	4	38 S.
La Claire de l'Aigle....... α 2	8	12	5	8	20	a	10	6	24 M	2 Sept.	8	51 S.
La Tête du Serpentaire.... α 2	12	47	28	3	25	0	24	3	18 M.	19 Août	7	27 S.
Regulus................ α 1	13	13	24	17	17	0	25	7	43 S.	18	0	3 S.
Algenib de Pegase......... γ 2	13	43	53	20	19	a	27	9	42 M.	16	2	18 M.
Markab de Pegase........ α 2	13	45	44	19	25	a	27 Avril	8	34 M.	16	1	10 M.
La Queuë du Lion........ ϛ 2	16	1	10	20	0	0	5 Mai	8	46 S.	9	2	19 S.
Le pied luisant des Gemeaux. γ 2	16	35	50	1	50	0	6	3	30 S.	7 Août	9	14 M.
Arcturus............... α 1	20	34	20	17	25	0	23 Mai	10	3 S.	21 Juil.	6	1 S.
La Claire de la Tête d'*Aries*. α 2	22	13	11	18	0	a	2 Juin	9	13 M.	11 Juil.	6	32 M.

C'est avec ces Etoiles qu'il faudra comparer l'un & l'autre bord du Soleil dans les temps de l'année auxquels leur déclinaison sera la même, & qu'ils passeront au Méridien par une même Lunete immobile.

Il faudra donc fixer la Lunete à l'Etoile fixe à l'inſtant de ſa médiation, en ſorte qu'elle décrive s'il ſe peut, le filet central de la Lunete; & alors on aura pour la comparer avec le Soleil, tout le temps qui ſera néceſſaire pour que la déclinaiſon du Soleil varie d'une quantité égale au champ de la Lunete & au diametre du Soleil joints enſemble. Si la Lunete, par exemple, a 20 minutes de champ, & que le diametre du Soleil ſoit de 32 minutes, il faudra que la variation ait été de 52 minutes, ce qui, dans l'Equinoxe même où cette variation eſt la plus grande, ne ſe fait qu'en plus de deux jours.

Lorſque les Etoiles paſſeront de nuit au Méridien, ſçachant l'heure exacte de ce paſſage, il ſera facile de fixer une Lunete de maniére que l'Etoile décrive le filet immobile qui paſſe par ſon centre. Mais lorſqu'elles paſſeront de jour, il faudra ſe ſervir du Soleil, & diriger la Lunete à un des bords de cet Aſtre à midi, & que ce bord ne faſſe que paroître en haut ou en bas de la Lunete, le jour auquel la différence de déclinaiſon de ce bord & de l'Etoile ſera égale à la moitié du champ de la Lunete, & la poſition de la Lunete ſera rectifiée enſuite par les paſſages de l'Etoile qu'on obſervera. On voit bien que le bord qu'il faut choiſir pour cette opération, eſt celui qui parvient le premier à avoir la même déclinaiſon que l'Etoile; depuis l'Equinoxe de Mars juſqu'au Solſtice de Juin, ce ſera le bord ſeptentrional; & ce ſera le méridional depuis le Solſtice de Juin juſqu'à l'Equinoxe de Septembre.

Ainſi voulant obſerver ici à 13 minutes de latitude Sud, le Soleil avec la Claire de la Tête d'*Aries* après le Solſtice de Juin de cette année 1738, c'eſt-à-dire, vers le 11 de Juillet, je vois que cette Etoile paſſe alors de jour, & que ſa déclinaiſon eſt exactement pour ce temps-là de 22° 13' 2". Ce ſera le bord méridional du Soleil qui parviendra le premier à rencontrer ſon parallele, & j'y fixerai une Lunete ordinaire à deux verres convexes, dont le demi-champ eſt de 10 minutes. Le bord méridional du Soleil y ſera

l'inférieur en apparence, & cet Aſtre s'approchant de jour en jour de mon Zénith, il paroîtra chaque jour baiſſer dans la Lunete: Donc pour faire en ſorte que l'Etoile paſſe par ſon milieu, il faut mettre le haut du champ de la Lunete ſur le bord inférieur apparent du Soleil lorſque la déclinaiſon de ce bord ſera plus grande de 10 minutes que celle de l'Etoile, & par conſéquent de 22° 23′ 2″, ou lorſque la déclinaiſon proprement dite du Soleil, ou de ſon centre, ſera de 22° 38′ 51″, parce qu'alors ſon demi-diametre eſt de 15′ 49″.

Je trouve qu'à Quito le 7 Juillet à midi 1738, la déclinaiſon du Soleil eſt de 22° 36′ 1″, & c'eſt-là le midi le plus voiſin du temps auquel le Soleil a la déclinaiſon cherchée. Je fixe donc ce jour-là une Lunete au bord inférieur apparent du Soleil à midi juſte, en mettant ce bord au haut du champ de la Lunete, & à l'heure de la médiation ſuivante de l'Etoile elle doit à très-peu près paſſer par le centre de la Lunete: alors ſi je veux qu'elle y paſſe exactement, je rectifie ſa poſition, & fais en ſorte qu'elle décrive le fil horiſontal fixe, & qu'elle paſſe par le vertical à l'heure juſte calculée de ſa médiation, ou bien je tiens compte de la quantité dont elle paſſe au-deſſus ou au-deſſous ce fil, & tant que le Soleil paroît dans cette Lunete à midi, je meſure avec le Micrometre, de combien l'un ou l'autre de ſes bords paſſe plus haut ou plus bas que le fil central, ce qui donne exactement pour chaque jour la différence en déclinaiſon du bord obſervé du Soleil & de l'Etoile.

Si l'on fait la même obſervation dans un lieu beaucoup plus ſeptentrional que moi & ſous le même Méridien, c'eſt-à-dire, au même inſtant, la différence que l'on trouvera dans les diſtances du bord du Soleil à l'Etoile ſera toute une certaine parallaxe, de laquelle on déduira aiſément la Parallaxe horiſontale du Soleil. Mais ſi les lieux différent en longitude, on aura égard au changement de déclinaiſon du Soleil dans l'intervalle de ſon paſſage par les deux Méridiens différents, ce qui n'ôte rien, ou preſque rien à la préciſion de la méthode, comme je l'ai indiqué dans mon Traité *de l'Obliquité de*

l'Ecliptique, observée en 1736 & 1737. §. 25.

Ce sont-là les observations que je tâcherai de faire autant que je pourrai, depuis le Solstice prochain jusqu'à l'Equinoxe de Septembre de cette année & au de-là, s'il y a lieu, par le moyen des Etoiles, & avec les conditions indiquées dans la Table mise ci-dessus : car je ne compte pas beaucoup sur celles que je ferai au Solstice même, par la raison que j'ai dite plus haut, & parce que la plûpart de ces observations seront faites dans des lieux plus méridionaux que cette Ville, cela augmentera d'autant leur utilité, puisque la différence des latitudes sera toûjours un peu plus grande.

Or il n'y a pas lieu d'espérer une correspondance entiére & prompte à ces observations que je compte faire : car avant que ceci soit parvenu à l'Académie, & sçû des autres Astronomes de divers Pays, les miennes seront vraisemblablement achevées. Mais aussi cette correspondance n'est-elle pas absolument nécessaire ? Et quoiqu'à Paris on ne fît ces observations qu'une ou plusieurs années après celles que je veux faire ici, on n'en tireroit pas moins la Parallaxe du Soleil; car ce qui fera varier les observations d'une année à l'autre, n'est que le changement d'obliquité de l'Ecliptique, celui des diametres apparents, à cause du mouvement de l'Apogée, & le changement de déclinaison des Etoiles fixes : Quelques autres causes qu'on pourroit imaginer, ne paroissent pas avoir de lieu ici, où les observations doivent être faites dans les mêmes temps de l'année. Or ces trois causes, dont il n'y a guére que la derniére qui produise quelqu'effet, sont absolument connuës & leurs effets déterminés ; c'est pourquoi quand même l'intervalle entre les observations correspondantes faites ici & à Paris, seroit, par exemple, de quatre années, & il ne peut pas être plus grand, on pourra toûjours exactement réduire les observations faites dans un temps à celles qu'on auroit faites avant ou qu'on feroit dans la suite. Car le mouvement des Etoiles fixes en déclinaison, qui, comme j'ai dit, est ici la cause la plus sensible, & presque la seule sensible de variation, est très-bien déterminé par les

Aſtronomes qui, quoique différents entr'eux quelquefois dans les déclinaiſons mêmes & dans les autres ſignes de leur ſituation réciproque & de celle qu'elles ont à l'égard des termes élémentaires des mouvements céleſtes, s'accordent néantmoins dans le changement en déclinaiſon qu'ils leur attribuent. On ſçaura toûjours qu'en quatre années, la Claire de la Tête d'*Aries* aura augmenté en déclinaiſon de 1′ 12″, ſans qu'il y ait une ſeule ſeconde d'erreur dans cette détermination.

Il n'y a donc, ſi je ne me trompe, qu'à faire les obſervations avec exactitude, & ſi je puis y parvenir ici, je regarde deſormais comme connuë la véritable Parallaxe horiſontale du Soleil, l'un des plus curieux éléments de l'Aſtronomie, & qu'on n'a juſqu'à préſent déterminée qu'indirectement & à peu-près.

AVERTISSEMENT. *J'ai ſuppoſé ici, & n'ai point voulu répéter ce que j'ai déja dit ſur le même ſujet dans un premier Ecrit du 31 Août 1737, & dans mon Obliquité de l'Ecliptique, §. 25.*



SUR

SUR LE SOLSTICE D'ETÉ de l'Année 1738.

Par M. LE MONNIER le Fils.

IL y a déja quelques années que je me sers d'une Méthode nouvelle pour déterminer les temps des Solstices, des Equinoxes, & les Ascensions droites des Astres. Cette Méthode que *Flamsteed* a publiée le premier, & que l'on trouve expliquée fort au long dans les Prolegomenes du 3.me volume de l'Histoire Céleste d'Angleterre, a depuis été proposée par M. *Mayer** & par M. *Manfredi***. On ne doit pas être étonné si une méthode aussi simple, puisqu'elle ne suppose qu'une légere connoissance de la Sphere, a été adoptée tout d'un coup par un très-grand nombre d'Astronomes; elle est d'une si grande importance en Astronomie, qu'il semble que c'est le seul moyen de parvenir à une connoissance exacte des Eléments Astronomiques, tels que les Réfractions, la Hauteur du Pole & les Equations du centre du Soleil.

* *Academ. Petropolit. tom. 4.*
** *De Gnomone meridiano Bononiensi. cap. 20.*

En effet on n'a guére employé jusqu'ici dans la recherche de tous ces éléments, que des Méthodes indirectes ou semblables à celles que l'on trouve dans presque tous les Eléments d'Astronomie pour déterminer la hauteur du Pôle ou la latitude d'un lieu : on y propose communément de corriger les observations de la plus grande & de la plus petite hauteur de l'Etoile Polaire par une Table des Réfractions que l'on a soin d'indiquer; mais lorsqu'on cherche comment cette Table des Réfractions a été construite, on voit d'abord qu'il a fallu supposer la hauteur du Pole exactement connuë.

Il faut avoüer néantmoins que dans ces derniéres années on a inventé plusieurs Méthodes fort ingénieuses, & auxquelles on peut bien donner le nom de Méthodes directes; mais comme elles n'ont point été pratiquées par les Auteurs

qui les ont proposées, & qu'elles supposent d'ailleurs divers instruments particuliers & quelques préparations assés longues, je ne sçaurois dire ici à quel degré de précision on pourra parvenir lorsqu'on en voudra faire usage, c'est pourquoi je les comparerai dans la suite, autant qu'il me sera possible, avec celle dont je me sers aujourd'hui.

Quant aux hauteurs méridiennes du Soleil observées au temps du Solstice d'Eté, elles pourront peut-être servir bientôt à éclaircir la fameuse Question touchant l'Obliquité de l'Ecliptique. J'ai employé pour cette recherche plusieurs Quart-de-cercles semblables à celui de M. *de Louville*, & je les ai vérifiés à l'horison & au Zénith quelques jours avant & après le Solstice d'Eté, m'étant servi pour cet effet des Etoiles de la *grande Ourse*, du *Bouvier* & d'*Hercule*, dont les vrayes distances au Zenith ont été observées en même temps au Secteur que nous avons rapporté de Lapponie.

Les passages au Méridien du Soleil & d'*Arcturus*, qui est l'Etoile dont on s'est proposé de déterminer l'Ascension droite, ont été conclus d'un grand nombre de hauteurs correspondantes prises environ deux heures avant & après leur passage au Méridien. Je rapporterai ici toutes ces observations telles que je les ai faites, afin qu'on puisse mieux juger du degré de précision auquel on peut parvenir aujourd'hui dans la recherche des Ascensions droites des Astres.

Le 28 Mai 1738.

Hauteurs correspondantes du bord supérieur du Soleil.

A l'Orient.						A l'Occident.			midi non corrigé 0h 4′ 19″			
10h	5′	37″	54°	10′	0″	2h	3′	1″	0h	4′	19″	Cor. soust. 5
10	5	47 $\frac{1}{2}$	54	10+50 P. Micr.		2	2	50 $\frac{1}{2}$	0	4	19	0h 4′ 14″ midi vrai
10	10	53	54	50	0	1	57	44 $\frac{1}{4}$	0	4	18 $\frac{5}{8}$	
10	11	4 $\frac{1}{2}$	54	50+50								
10	17	40 $\frac{1}{2}$	55	40	0	1	50	58 $\frac{3}{4}$	0	4	19 $\frac{3}{8}$	
10	17	52	55	40+50		1	50	47	0	4	19 $\frac{4}{8}$	

Le 29 Mai, Hauteurs correspondantes du bord supérieur du Soleil.

A l'Orient.						A l'Occident.			midi non corrigé			0^h $4' 43''$
10^h	$28'$	$17''$	$57°$	$0'$	$5''$	1^h	$41'$	$9''$	0^h	$4'$	$43''$	Cor. soust. $4\frac{1}{2}$
10	28	29	57	0	$5+50^{p.}$	1	40	$56\frac{3}{4}$	0	4	$42\frac{7}{8}$	0^h $4' 38''\frac{1}{2}$ midi vrai
10	32	44	57	30	0	1	36	$42\frac{1}{2}$	0	4	$43\frac{1}{4}$	
10	32	57	57	$30+50$		1	36	30	0	4	$43\frac{1}{2}$	
10	35	$47\frac{1}{2}$	57	50	0	1	33	36 dout.	0	4	$41\frac{3}{4}$ ::	

Par ces observations la Pendule accéléroit sur le mouvement vrai du Soleil de $0' 24''\frac{1}{2}$ en 24 heures.

*Le même jour au soir, Hauteurs correspondantes d'*Arcturus.

A l'Orient.						A l'Occident.				Passage au Méridien. $9^h 42' 58''\frac{1}{3}$		
7^h	$43'$	$32''$	$53°$	$0'$	$0''$	11^h	$42'$	$26''$	Douteuses.	9^h	$42'$	$59''$ ::
7	43	42	53	$0+50^{p.}$		11	42	16		9	42	59 [illegible]
7	47	$28\frac{1}{2}$	53	30	0	11	38	$27\frac{1}{4}$		9	42	$58\frac{1}{3}$
7	47	$39\frac{1}{2}$	53	$30+50$		11	38	17		9	42	$58\frac{1}{4}$
7	51	$29\frac{1}{2}$	54	0	0	11	34	27		9	42	$58\frac{1}{4}$
7	51	$40\frac{3}{4}$	54	$0+50$		11	34	$16\frac{1}{2}$		9	42	$58\frac{1}{2}$:

On fera donc, si en $24^h\ 0'\ 24''\frac{1}{2}$, il passe $361°\ 0'\ 55''$, combien en $9^h\ 38'\ 19''\frac{5}{6}$?

On trouvera $144°\ 57'\ 0''$ pour différence en ascension droite apparente entre le Soleil & *Arcturus* le 29 Mai à midi: mais l'Aberration d'*Arcturus* étoit 17″ à l'Orient le 29 Mai; donc la vraye différence en ascension droite entre le Soleil & *Arcturus*, le 29 Mai à midi, se trouve par ces observations, de $144°\ 56'\ 43''$.

J'ai observé le 29 Mai la hauteur du bord supérieur du Soleil que je donne ici, sans faire aucune correction pour le Quart-de-cercle.

Le 29 Mai. . . . . $63°\ 4'\ 13''$.
Le 30 Mai. . . . . $63\ \ 13\ \ 10$.

On doit remarquer que dans ces deux observations le fil à plomb qui est suspendu au centre du Quart-de-cercle, tomboit sur les points $63°\ 0'\ 0''$ & $63°\ 10'\ 0''$, de sorte

qu'on a conclu les minutes & secondes, dont la hauteur du bord supérieur surpassoit celles qui étoient indiquées sur le Quart-de-cercle, par le moyen du Micrometre qui est appliqué à la Lunette du même instrument ; or il est évident que lorsque le Soleil a paru au mois de Juillet à peu-près à la même hauteur qu'aux 29 & 30 Mai, on a été en état d'en connoître la différence bien plus exactement que par telle autre méthode qu'on voudra ; car cette différence a pu se connoître indépendemment des erreurs de la division du Quart-de-cercle.

J'ai observé le 14 Juillet 1738 la hauteur du bord supérieur du Soleil de. . . . . 63° 9′ 28″
Le 15 Juillet 63 0 18

Ces hauteurs du Soleil, comparées à celles du mois de Mai, pourroient bien servir à déterminer le moment du Solstice d'Eté par les méthodes ordinaires.

Mais comme nous nous proposons dans ce Mémoire, de rechercher l'Ascension droite d'*Arcturus*, voici les passages au Méridien du Soleil & de cette Etoile, observés le 14 & le 15 Juillet.

Le 14 Juillet, Hauteurs correspondantes du bord supérieur du Soleil.

A l'Orient.		A l'Occident.	midi non corrigé 0h 0′ 19″ 1/4	
9h 53′ 41″ 3/4	53° 20′ 0″	2h 6′ 56″ 1/2	0h 0′ 19″ 1/8	Cor. addit. 4 1/4
9 53 52	53 20+50P.	2 6 47	0 0 19 1/2	0h 0′ 24″ midi vrai.
9 57 29 1/2	53 50 0	2 3 9 1/4	0 0 19 1/8	
9 57 39 3/4	53 50+50	2 2 59 1/4	0 0 19 1/2	

*Le même jour au soir, Hauteurs correspondantes d'*Arcturus.

A l'Orient.		A l'Occident.	Passage au Mérid. 6h 29′ 26″ 10‴
4h 29′ 58″ 1/2	53° 0′ 0″	8h 28′ 54″ 1/4	6h 29′ 26″ 1/8
4 30 9 3/4	53 0+50	8 28 43 1/2	6 29 26 3/8
4 33 55 3/4	53 30 0	8 24 56 1/2	6 29 26 1/8
4 34 6 3/4	53 30+50	8 24 46	6 29 26 3/8
4 37 57	54 0 0	8 20 55	6 29 26
4 38 8 1/2	54 0+50	8 20 43 1/2	6 29 26
4 42 4	54 30 0	8 16 47 3/4	6 29 25 7/8
4 42 15 1/2	54 30+50	8 16 36 1/4	6 29 25 7/8

Le 15 Juillet, Hauteurs correspondantes du bord supérieur du Soleil.

A l'Orient.				A l'Occident.	midi non corrigé 0h 0' 40''⅞	
9h 55' 9''	53° 20p+50P.			2h 6' 10''½	0h 0' 39''⅞	Cor. addit. 5
9 58 48½	53 50 0			2 2 33	0 0 40⅛	0h 0' 45''½ midi vrai.
9 58 59	53 50+50			2 2 22¾	0 0 40⅛	
10 2 40¾	54 20 0			1 58 40½	0 0 40⅞	
10 2 51¾	54 20+50			1 58 30	0 0 40⅞	

Par ces observations la Pendule accéléroit sur le mouvement vrai du Soleil de 21'' ½ en 24 heures.

On fera donc, si en 24h 0' 21'' ½, il passe 361° 0' 45'', combien en 6h 29' 2'' 10'''?

On trouvera 97° 30' 30'' pour différence en ascension droite apparente entre le Soleil & *Arcturus* le 14 Juillet 1738 à midi ; & retranchant 4'' pour l'Aberration d'*Arcturus* à l'Orient, on aura la vraye différence en ascension droite de 97° 30' 26''.

Si le Soleil avoit paru le 14 Juillet à la même hauteur, c'est-à-dire, à une distance égale du Colure des Solstices, qu'au 29 Mai, il est évident que le milieu entre ces deux nombres 144° 56' 43'' & 97° 30' 26'' seroit l'arc de l'Equateur compris entre le Colure des Solstices & le Méridien qui passe par *Arcturus*, c'est-à-dire, en y ajoûtant 90° qu'on auroit alors exactement la vraye Ascension droite d'*Arcturus* pour le jour du Solstice d'Eté, qui est le milieu de l'intervalle de temps écoulé entre ces observations ; mais le Soleil a paru moins élevé le 14 & le 15 Juillet qu'aux 30 & 29 Mai, de 3' 42'' & 3' 55''.

C'est pourquoi on trouve que le Soleil a dû paroître le 30 Mai à 2h 5' du matin ou environ, à même distance du Colure des Solstices qu'au 14 Juillet à midi. Il faut donc trouver ici l'arc de l'Equateur parcouru par le Soleil depuis le 29 Mai à midi jusqu'au 30 Mai à 2h 5' du matin : on le trouve par le mouvement diurne du Soleil en déclinaison du 29 au 30 Mai, corrigé & comparé à son mouvement diurne en

ascension droite; on le trouve, dis-je, par la Trigonométrie sphérique de 35′ 25″; ainsi puisque la différence en ascension droite entre *Arcturus* & le Soleil a été observée le 29 Mai à midi de 144° 56′ 43″, on en ôtera 35′ 25″, & le reste sera 144° 21′ 18″, lequel étant ajoûté à 97° 30′ 26″, la moitié de la somme augmentée de . . . . 90° 0′ 0″

sera l'Ascension droite d'*Arcturus* le 21 Juin 1738 à midi . . . . 210° 55′ 52″.

Mais par les différences en ascension droite, observées en Septembre 1737, & au commencement de l'Eté de cette année 1738, entre *Procyon* & la *Luisante de l'Aigle*, & entre *Arcturus* & la *Luisante de l'Aigle*, on a trouvé 210° 56′ 3″, c'est pourquoi nous prendrons 210° 56′ 0″.

L'Ascension droite de cette Etoile étant donc connuë de la maniére dont on vient de le rapporter, il est aisé de déterminer le moment du Solstice d'Eté, si l'on a observé le jour même du Solstice les passages du Soleil & d'*Arcturus* par le Méridien; car l'Aberration d'*Arcturus* étant le 21 Juin de 11″ à l'Orient, le vrai moment du Solstice d'Eté sera celui où la différence en ascension droite apparente entre le Soleil & *Arcturus* sera 120° 56′ 11″.

Pour cette effet on a observé le 20 & le 21 Juin les hauteurs suivantes du Soleil & d'*Arcturus*.

Le 20 Juin, Hauteurs correspondantes du bord supérieur du Soleil.

A l'Orient.		A l'Occident.	midi vrai. . . . 0h 10′ 5″
10h 15′ 26″	56° 20′ 0″	2h 4′ 44″	0h 10′ 5″
10 15 36¼	56 20+50P.	2 4 33½	0 10 4⅞
10 20 38	57 0 0	1 59 32¼	0 10 5⅛
10 20 49	57 0+50	1 59 21	0 10 5
10 27 21	57 50 0	1 52 49	0 10 5
10 27 32	57 50+50	1 52 38	0 10 5

*Le 20 Juin au soir, Hauteurs correspondantes d'*Arcturus.

A l'Orient.						A l'Occident.			Passage au Meridien. 8h 17′ 51″		
6h	18′	23″½	53°	0′	0″	10h	17′	18″	8h	17′	50″¾
6	18	34½	53	0+50p.		10	17	7½	8	17	51
6	26	22	54	0	0	10	9	19½	8	17	50¾
6	26	34	54	0+50		10	9	9	8	17	51½
6	30	27¾	54	30	0	10	5	13½	8	17	50⅝
6	30	39	54	30+50		10	5	2	8	17	50½
6	34	41¾	55	0	0	10	1	0	8	17	50⅞
6	34	53¾	55	0+50		10	0	49	8	17	51⅜
6	43	28¼	56	0	0	9	52	14	8	17	51⅛
6	43	41¼	56	0+50		9	52	1½	8	17	51⅜

Le 21 Juin, Hauteurs correspondantes du bord supérieur du Soleil.

A l'Orient.						A l'Occident.			midi vrai ... 0h 10′ 32″¾		
10h	15′	52″½	56°	20′	0″	2h	5′	13″½	0h	10′	33″
10	16	3	56	20+50		2	5	2½	0	10	32¾
10	27	47¼	57	50	0	1	53	18	0	10	32⅝
10	27	58	57	50+50		1	53	7½	0	10	32¾

*Le même jour au soir, Hauteurs correspondantes d'*Arcturus.

A l'Orient.						A l'Occident.			Passage au Méridien. 8h 14′ 9″⅓		
6h	18′	40″	53°	30′	0″	10h	9′	38″¾	8h	14′	9″⅜
6	18	51	53	30+50		10	9	28¼	8	14	9⅜
6	31	0½	55	0	0	9	57	18½	8	14	9½
6	31	12	55	0+50		9	57	6¼	8	14	9¼

Les passages d'*Arcturus* au Méridien, observés le 20 & le 21 Juin, nous font connoître que 23h 56′ 18″⅓ de la Pendule répondent à 360° 0′ 0″, on fera donc ces deux analogies,

$$23^h\,56'\,18''\tfrac{1}{3} : 360^\circ :: \left\{\begin{matrix} 8^h\,7'\,46'' \\ 8\;\;3\;\;36\;\;35''' \end{matrix}\right\}$$ Temps de la Pendule, qui se sont écoulés entre les passages du Soleil & d'*Arcturus* au Méridien !

On trouvera $\left\{\begin{matrix} 122^\circ\,15'\,19'' \\ 121\;\;12\;\;48 \end{matrix}\right\}$ différence en ascension droite

apparente entre le Soleil & *Arcturus* le 20 & le 21 Juin à midi, & par conséquent le mouvement diurne du Soleil en ascension droite sera 1° 2′ 31″. Enfin on fera cette analogie, si 1° 2′ 31″, donnent 24h 0′ 0″, combien donneront 16′ 37″? Différence dont l'arc de l'Equateur compris entre le Soleil & *Arcturus* le 21 Juin à midi, surpasse celui que nous avons établi ci-dessus de 120° 56′ 11″ pour trouver le moment du Solstice d'Eté.

On trouvera 6h 23′ du soir pour le vrai temps du Solstice d'Eté le 21 Juin de l'année 1738.

On pourra calculer encore avec un peu plus de précision, ce temps du Solstice d'Eté, lorsqu'on connoîtra avec toute l'exactitude possible, l'Ascension droite d'*Arcturus :* car quoique nous l'ayons déja recherchée de deux différentes maniéres, néantmoins on a différé de 13″, ce qui vient principalement de ce qu'il est toûjours fort difficile d'éviter quelques secondes d'erreur dans les hauteurs méridiennes du Soleil; c'est pourquoi si l'on compare l'Ascension droite d'*Arcturus*, que nous venons de trouver cette année 1738, avec celles qu'on se propose de rechercher dans la suite, on ne doute pas qu'elle ne puisse être encore mieux déterminée.

En un mot, comme on a observé par des hauteurs correspondantes la différence en Ascension droite entre *Arcturus* & les principales Etoiles fixes, il est certain que les lieux des Planetes pourront être bien mieux connus dans la suite, que si l'on employoit les Ascensions droites des Etoiles fixes tirées des Tables de M. *de la Hire*, ou du Catalogue Britannique, puisque ces Ascensions droites peuvent être connuës par la méthode dont nous nous servons, à 10″, ou tout au plus à 15″ près, au lieu que M.rs *de la Hire* & *Flamsteed*, s'écartent quelquefois l'un de l'autre de plus d'une minute.

Il n'est pas moins important d'examiner ici les variations qu'on a remarquées depuis plusieurs siécles dans l'obliquité de l'Ecliptique: il y a long-temps que les plus habiles Astronomes sont partagés sur cette matiére, qui a été si souvent agitée

agitée dans l'Académie en 1714 & 1716. M. *de Louville* a voulu, comme l'on ſçait, établir la diminution de l'obliquité de l'Ecliptique, à raiſon d'une minute en 100 ans, & M. *de la Hire* au contraire a rapporté toutes les preuves qu'il a pu tirer des Anciens, pour établir l'obliquité de l'Ecliptique conſtante, ſçavoir 23° 29'.

L'opinion de M. *de Louville* eſt principalement fondée ſur les obſervations de *Pytheas*, comparées à celles qui ont été faites à Marſeille en 1714; elle eſt encore fondée ſur un grand nombre d'obſervations faites en Europe depuis trois à quatre ſiécles; mais comme ce n'eſt guére que depuis *Tycho*, que les obſervations aſtronomiques ont été faites avec quelque exactitude, je vais propoſer ici quelques remarques ſur le choix que M. *de Louville* a fait des hauteurs du Soleil obſervées à Uranibourg.

Les hiſtoires Céleſtes de *Lucius Barettus* & de *Flamſteed* nous apprennent que *Tycho* n'avoit commencé ſes obſervations à Uranibourg dans l'Iſle Huëne, que l'an 1582: cependant je trouve à la fin des obſervations du Soleil, de la même année, que les inſtruments dont on s'étoit ſervi, n'étoient pas encore bien rectifiés: mais l'année ſuivante 1583, *Tycho* recherche avec beaucoup de ſoin la plus grande hauteur du Soleil, & après avoir vérifié différents Quart-de-cercles, il trouve 57° 35' 15", ce qui a été confirmé par les obſervations de l'année 1584, où *Tycho* trouve 57° 35' 30", & 57° 35' 15", mais il retient 57° 35' 15": or c'eſt préciſément par ces derniéres obſervations, que *Tycho* trouve l'obliquité de l'Ecliptique, de 23° 31' 30", en ſuppoſant la parallaxe du Soleil à cette hauteur, de 1' 35", & la hauteur de l'Equateur, de 34° 5' 30", complément de la hauteur Apparente du Pole; au lieu que ſi l'on admet la parallaxe & la réfraction dont s'eſt ſervi M. *de Louville*, on aura l'obliquité de l'Ecliptique, de 23° 28' 35", préciſément la même que nous trouvons aujourd'hui: mais voici ce que dit M. *de Louville* au ſujet de l'obliquité de l'Ecliptique qui réſulte des obſervations faites à Uranibourg.

Acta Erudit. Lipsiæ 1719.

Tycho, *Astronomorum Coryphæus observavit Uraniburgi altitudinem apparentem meridianam Solis anno 1584, die 11 Junii, 57° 35′ 30″; anno 1585, die 11 Junii, 57° 35′ 20″; anno 1586, die 12 Junii, 57° 35′ 30″, per quadrantem volubilem 57° 35′ 45″, per* Tychonicum, *ut ipse vocat, 57° 35′ 45″, & per alium adhuc quadrantem 57° 35′ 50″. Inter omnes istas intermedia erit 57° 35′ 35″, à qua si auferatur refractio 32″, altitudo vera media erit 57° 35′ 3″. Hieme anno 1584, die 11 Decembris, observavit eam per volubilem quadrantem 10° 41′ 20″, per magnum ferreum 10° 41′ 10″; ablata igitur refractione 4′ 56″, altitudo Brumalis media vera 10° 36′ 14″: unde elicitur obliquitas Eclipticæ 23° 29′ 25″, quæ diminutione 120 annorum, quæ est 1′ 12″ ablata, degenerat in hodiernam 23° 28′ 13″, à nostra 11″ tantum scrupulis secundis discrepantem. Ex hisce observationibus determinamus veram latitudinem Uraniburgi 55° 54′ 20″, ferè ut invenit* Picartus.

Il est surprenant que M. *de Louville* ait cité les observations du Soleil au Solstice d'Été, telles qu'on les vient de rapporter, sçavoir le 11 Juin 1584, 57° 35′ 30″, & le 11 Juin 1585, 57° 35′ 20″; lorsqu'elles ont été établies par *Tycho,* de 57° 35′ 15″ en 1583 & 1584, & de 57° 35′ 10″ en 1585 : car on doit remarquer que l'observation du 11 Juin 1584 est marquée *douteuse à cause des nuages,* dans les regîtres de *Tycho;* & quoiqu'elle s'accorde avec celle du 14 Juin, cependant *Tycho* lui préfére l'observation du 17 Juin 1584, qui donne 57° 35′ 15″, & c'est de cette derniére, comme je l'ai fait voir, dont il se sert pour calculer l'obliquité de l'Ecliptique; en quoi il a été suivi par *Horoccius,* par *Flamsteed,* & par tous les Auteurs qui ont cité ces observations. En un mot, l'observation du 9 Juin de l'année 1585, devoit, ce me semble, être citée par M. *de Louville,* d'autant qu'on ne trouve point que le Soleil ait été observé le 11 Juin, mais plûtôt le 18 Juin, où *Tycho* trouve encore 57° 35′ 15″.

Quant aux observations de l'année suivante 1586, il paroît que *Tycho* étoit alors plus occupé à déterminer les réfractions,

qu'à rechercher l'obliquité de l'Ecliptique; d'ailleurs le Ciel étant couvert de nuages, comme il en avertit dans ses regîtres, il n'est pas étonnant si la hauteur a pu être jugée un peu plus grande qu'à l'ordinaire, je trouve uniquement dans ces mêmes regîtres, le 12 Juin, *per quadrantem* Tychonicum 57° 35′ $\frac{2}{3}$ *vel* $\frac{3}{4}$ *ad summum novo pinnacidio tantum; per quadrantem volubilem* 57° 35′ $\frac{1}{2}$.

Mais quand on supposeroit avec M. *de Louville*, la hauteur apparente du Soleil à Uranibourg, de 57° 35′ 35″, c'est-à-dire, 15 ou 20 secondes plus grande que celle que *Tycho* lui-même a supposée; ajoûtant la différence en latitude entre Uranibourg & l'Observatoire, 7° 4′ 5″, telle que l'a trouvée M. *Picard*, la hauteur du centre du Soleil, réduite à l'Observatoire, seroit de 64° 39′ 40″, dont il faut retrancher 10 secondes pour la différence des réfractions, & l'on aura 64° 39′ 30″. Mais M. *de Louville* trouve en 1715, la hauteur du bord inférieur du Soleil à l'Hôtel de Taranne, de 64° 21′ 49″: c'est pourquoi si on y ajoûte le demi-diametre du Soleil, de 15′ 47″, la hauteur du centre du Soleil à l'Hôtel de Taranne, a dû être de 64° 37′ 36″, mais réduite à l'Observatoire, de 64° 38′ 40″, plus petite de 0′ 50″ que celle qui résulte des observations de *Tycho*, au lieu que l'hypothese de M. *de Louville* donne 1′ 12″, ce qui s'écarte déja beaucoup des observations.

Mais pour vérifier comment cette hypothese s'accorde avec les observations qui nous ont été laissées par d'autres Astronomes,

Je trouve dans les Regîtres de l'Académie, du mois de Novembre de l'année 1668, un Mémoire de M. *Picard*, sur la hauteur du Pole, où il est parlé de la hauteur du Soleil au Solstice d'Eté: ce Mémoire, comme beaucoup d'autres, n'ayant pas encore été imprimé, j'en ai extrait quelques articles qui méritent assés d'être rapportés ici.

« Entre les observations astronomiques, celles de la hauteur du Pole est une des principales, c'est ce qui a fait différer de la donner jusqu'à ce que l'on fût assûré de l'effet des

» instruments dont on s'est servi, qui sont un Quart-de-cercle
» tout de fer, de 9 pieds 7 pouces de rayon, & un Sextans de
» 6 pieds avec un Limbe de cuivre, tous deux placés dans le
» Jardin de la Bibliotheque du Roy, en attendant l'Observa-
» toire, où l'on pourra s'en servir avec beaucoup plus d'avan-
» tage : voici ce que l'on a fait.

» A la fin de Décembre 1667 & au commencement du
» mois de Janvier suivant, pendant plusieurs nuits, on observa
» la plus grande & la plus basse hauteur de l'Etoile Polaire, &
» toûjours sans aucune variation, on trouva la plus grande hau-
» teur de 51° 22′ & la plus basse de 46° 24′, ce qui donne
» la hauteur du Pole apparente de 48° 53′ 0″.

» Au commencement de Septembre 1668, on observa de
» nouveau la plus grande hauteur de l'Etoile Polaire, tant pour
» vérifier ce qui avoit été fait, que pour voir le changement
» qui seroit arrivé, & on la trouva un peu moindre que 51°
» 22′ d'environ un quart de minute, à peu-près comme il
» devoit arriver.

» Ces observations de l'Etoile Polaire ont été confirmées
» par celles du Solstice d'Eté 1668, car la hauteur méridienne
» du Soleil, le 20 & le 21 Juin, s'est trouvée de 64° 37′ 20″,
» ce qui supposé, la plus grande déclinaison 23° 30′ 30″
» donne 41° 7′ pour la hauteur de l'Equateur, mais il faudroit
» qu'à 64 degrés de hauteur le Soleil n'eût point de parallaxe
» sensible. »

Ces observations de la hauteur du Soleil faites au Jardin de la Bibliotheque du Roy, c'est-à-dire, dans un lieu plus septentrional que l'Observatoire, de 1′ 50 ou 52″, sont les premiéres que je trouve dans les Regîtres de l'Académie : on aura donc la hauteur du centre du Soleil au Solstice d'Eté 1668 réduite à l'Observatoire, de 64° 39′ 10″.

Peu de temps après ces observations, on commença à se servir d'instruments beaucoup plus petits, comme de deux à trois pieds de rayon, mais on s'en servit avec beaucoup plus d'avantage, comme on le peut juger par ces deux ou trois lignes que j'ai extraites d'un autre Mémoire lû à l'Académie

par M. *Picard* en l'année 1669. Dans ce Mémoire on parle des Réfractions observées sur la fin de l'Automne & au commencement de l'Hiver, & M. *Picard* les trouve différentes. Il ajoûte « je m'en étois déja apperçû aux observations qui « ont précédé celles-ci, mais avec moins de certitude qu'à pré- « sent, à cause que les instruments avec lesquels les observations « précédentes ont été faites, sont exposés au vent ». Ainsi nous rapporterons ici ces observations faites en 1669 & 1670 avec deux autres Quart-de-cercles, l'un de 28 pouces de rayon, & l'autre de 38 pouces.

	Quart-de-cercle de 28 pouces.	Quart-de-cercle de 38 pouces.
Hauteurs du Soleil aux Solstices d'Eté	1669... 64° 37′ 10″	1670... 64° 37′ 8″
Réduites à l'Observatoire.	64 39 0	64 38 58

Les observations faites avec ces deux derniers instruments s'accordent assés bien, & les comparant à celles de M. *de Louville*, nous trouvons une différence de 20″ dont le Soleil a paru moins élevé au Solstice d'Eté de 1715 qu'aux Solstices d'Eté de 1669 & 1670, ce qui est sans doute une différence trop petite pour en conclurre une diminution réelle dans l'obliquité de l'Ecliptique. Mais je trouve encore une différence plus petite entre les observations de M. *Richer* à l'Isle de Cayenne, & celles de M. *Bouguer* faites au Perou : car si l'on se sert de la Table des Réfractions de M. *Cassini*, on trouve précisément, comme dans les Eléments d'Astronomie, l'obliquité de l'Ecliptique en 1672, de 23° 28′ 54″ $\frac{1}{2}$; mais M. *Bouguer* l'a établie en 1736 au Pérou, de 23° 28′ 31″, la différence seroit donc 23″ $\frac{1}{2}$ en 64 ans, ce qui donne environ 17″ en 45 ans, au lieu de 20″ que nous avons trouvées ci-dessus. Et si l'on se sert enfin, pour calculer l'obliquité de l'Ecliptique par les observations de M. *Richer*, de la Table des Réfractions que M. *Bouguer* a faite pour la Zone torride, on trouvera pour l'année 1672, l'obliquité de l'Ecliptique, de 23° 28′ 48″ : or M. *Bouguer* trouve en 1736, 23° 28′ 31″, & M. *de la Condamine* trouve 23° 28′ 27″. Prenant un

milieu entre ces deux différentes déterminations, sçavoir 23° 28′ 29″, la différence est 19″, dont l'obliquité de l'Ecliptique auroit diminué en 64 ans, ce qui est à raison de 13 à 14″ en 48 ans.

Voilà, ce me semble, les meilleures observations que nous ayons pour vérifier l'hypothese de M. *de Louville* sur la diminution de l'obliquité de l'Ecliptique : tous les instruments dont on s'est servi, étant garnis de Lunettes, au lieu de Pinnules, ce qui, comme l'on sçait, doit donner à ces observations un très-grand avantage sur celles qui ont été faites depuis *Tycho*, tant en Allemagne que dans les autres parties de l'Europe : on trouve donc, en faisant une réduction, par les premiéres observations faites en 1668 à la Bibliotheque du Roy, 0′ 30 ou 31″ de diminution dans la hauteur solstitiale du Soleil pour un intervalle de 50 ans ; par les observations faites en 1669 & 1670 avec deux Quart-de-cercles différents, 0′ 21″, & 19″ de diminution; enfin par les observations de M.rs *Richer* & *Bouguer* 0′ 15″ ; c'est pourquoi le milieu de ces quatre différents résultats sera 21″ pour la diminution de l'obliquité de l'Ecliptique en 50 ans, ou 42″ en 100 ans. Mais on doit bien remarquer que ces 100 ans dont nous venons de parler, ne se sont pas encore écoulés; ainsi les observations de *Tycho*, & celles que nous venons de rapporter, s'écartent déja beaucoup de l'hypothese de M. *de Louville*. Mais il ne sera pas inutile de faire ici quelques remarques sur les observations de M. *de la Hire*, & qui serviront peut-être à faire connoître la cause des variations qu'on a remarquées dans les hauteurs solstitiales du Soleil.

L'an 1687, M. *de la Hire* ayant publié pour la premiére fois ses Tables Astronomiques, on y trouve la hauteur du bord supérieur du Soleil à l'Observatoire, de 64° 55′ 24″: or la hauteur du bord inférieur du Soleil, observée par M. *de Louville* en 1715 à l'Hôtel de Taranne, étoit de 64° 21′ 49″; donc la hauteur du bord supérieur du Soleil auroit paru à M. *de Louville* à l'Observatoire en 1715, de 64° 54′ 27″. La différence est 57″ pour 30 ou 35 ans, différence qui a

sans doute été remarquée par M. *de Louville*. Or, suivant son hypothese, l'obliquité de l'Ecliptique doit diminuer de 21". en 33 ans; mais puisque par la comparaison de ces observations on trouve 57", il y a donc un excès de 36", d'où j'infere que la plûpart de ceux qui auront comparé les observations de M. *de la Hire* avec celles qui ont été faites par M. *de Louville*, lorsqu'il commença à agiter cette fameuse Question touchant l'Obliquité de l'Ecliptique, ont bien pu soupçonner, d'après cette différence de 57", une diminution réelle dans l'obliquité de l'Ecliptique. D'ailleurs le voyage que M. *de Louville* a fait à Marseille sur la fin de 1714, & la comparaison de ses observations avec celles de *Pytheas*; sembloient être favorables à l'hypothese de la diminution de l'obliquité de l'Ecliptique; cependant cette hypothese n'a pas toûjours paru bien fondée au plus grand nombre des Astronomes.

M. *de la Hire* ne nous apprend point dans le Mémoire qu'il a lû à l'Académie au mois d'Avril 1716, sur l'obliquité de l'Ecliptique, quelle étoit la hauteur du Soleil à l'Observatoire dans les années 1714 & 1715, qui sont celles où où M. *de Louville* a tâché d'établir son sentiment sur la diminution de l'obliquité de l'Ecliptique. Je trouve dans les regîtres de ses observations, la plus grande hauteur solstitiale en 1714, de 64° 55′ 10″ par un milieu entre plusieurs observations qui m'ont paru assés exactes. En 1715, le milieu entre différentes observations faites avant & après le Solstice, & réduites à la plus grande hauteur solstitiale seroit de 64° 55′ 15″. M. *de la Hire* marque néantmoins une de ces observations plus exacte que les autres: cette observation donne 64° 55′ 5″; d'où il suit que depuis 1686 jusqu'en 1715, la variation des hauteurs solstitiales observées avec un même Quart-de-cercle seroit 15 secondes, ou tout au plus 20 secondes, ce qui différe beaucoup de ce que l'on a conclu en comparant les observations de M.rs *de la Hire* & *de Louville*, faites avec différents Quart-de-cercles,

& partant cette grande différence doit être attribuée aux erreurs des divisions du Quart-de-cercle de M. *de la Hire*; comme je le démontrerai dans la suite. Mais pour revenir à la diminution observée par M. *de la Hire*, de 15 ou 20" dans la hauteur du bord supérieur du Soleil, depuis 1686 jusqu'en 1715, on ne sçait d'abord si elle est entiérement favorable à l'hypothese de M. *de Louville*; car quel parti M. *de la Hire* a-t-il dû prendre en comparant ses observations des années 1714 & 1715, à celles que M. *Picard* avoit faites avec le même instrument en 1675, 1676 & 1681, où la hauteur du bord supérieur du Soleil fut trouvée de 64° 55' 20 ou 15", 64° 55' 8", & 64° 55' 5"?

Il me semble qu'on pourroit mieux éclaircir cette question, en observant avec le Quart-de-cercle de M. *de la Hire*, les hauteurs du bord supérieur du Soleil au Solstice d'Eté de 1739 & de 1740; mais en attendant que l'on puisse faire ces observations, nous pouvons toûjours comparer celles des années 1669 & 1670, faites avec deux Quart-de-cercles différents, à celles que nous avons faites cette année 1738, avec un Quart-de-cercle garni d'un Micrometre, dont je me sers ordinairement, & qui ayant été comparé à celui dont on s'est servi dans le Voyage de Suéde, lequel a deux pieds de rayon, a donné à 5 secondes près les mêmes hauteurs méridiennes du Soleil.

J'ai donc trouvé la hauteur du bord supérieur du Soleil, réduite à l'Observatoire, de 64° 54' 20 ou 15", & partant la hauteur apparente de son centre, de 64° 38' 30 ou 25", plus petite de 30 ou 35" que celles qui furent observées en 1669 & 1670, par M. *Picard*, avec deux Quart-de-cercles qui avoient été divisés avec assés d'exactitude, comme il est aisé de s'en convaincre par les observations qui sont rapportées dans le *Traité de la Mesure de la Terre*, & dans le Voyage de M. *Richer* à l'Isle de Cayenne, où l'on s'est servi des mêmes instruments.

La hauteur du bord supérieur du Soleil, que nous avons trouvée

trouvée au Solstice d'Eté de 1738, est plus petite d'environ 10 secondes que celle qui a été observée par M. *de Louville* en 1715. Mais pour en conclurre que l'obliquité de l'Ecliptique a diminué de toute cette quantité, il faudroit avoir observé ce dernier Solstice avec le Quart-de-cercle de M. *de Louville;* ce qu'il ne m'a pas été possible d'exécuter, ce Quart-de-cercle étant actuellement au Pérou entre les mains de M. *de la Condamine.*

Nous avons déja remarqué les différences qui se trouvent dans les divisions des instruments de M.rs *de la Hire* & *de Louville;* nous sommes bien éloignés de soupçonner des différences aussi considérables entre les instruments dont nous nous servons aujourd'hui. Le Quart-de-cercle de M. *de la Hire* avoit, ce me semble, un défaut particulier, & qui me paroît fort extraordinaire : je veux dire que ce Quart-de-cercle bien vérifié à l'horison, hausseroit de plus de 1' ½ vers le Zénith : je me crois même en état de confirmer cette proposition par les observations que j'ai faites au Secteur de M. *Graham*, où la différence en déclinaison observée entre *Capella* & *la Queuë de la grande Ourse*, est plus grande de 3' que par les observations de M. *de la Hire*, ce qui vient de ce que M. *de la Hire* observoit les hauteurs méridiennes de ces deux Etoiles, l'une au Midi, & l'autre au Nord, avec un Quart-de-cercle qui donnoit chacune de ses hauteurs de 1' ½ trop grandes : or pour en conclurre la différence en déclinaison, on y fait entrer nécessairement la somme de ces deux erreurs, c'est-à-dire, 3 minutes ou environ, comme nous l'avons remarqué : cette même erreur se trouve encore dans le Catalogue des Etoiles, imprimé dans ses Tables Astronomiques.

Ce seroit ici le lieu de rapporter diverses remarques au sujet des observations qui ont été faites avec cet instrument, mais elles sont trop aisées à déduire de celles que nous avons déja faites : on trouvera, par exemple, pourquoi M. *de la Hire* a construit une Table des Réfractions plus grande que celles de M.rs *Cassini*, *Newton* & *Flamsteed*, pourquoi il a fait la hauteur du Pole de l'Observatoire plus petite de 10"

qu'elle ne doit être, pourquoi enfin la Parallaxe horisontale du Soleil, n'est selon lui, que de 6 secondes : car il suffit pour cet effet, de recommencer le calcul des observations des Solstices d'Hyver & d'Eté, que l'on trouve dans ses Tables Astronomiques, en y employant néantmoins les réfractions de M. *Cassini* ou de M. *Newton*, & la parallaxe horisontale du Soleil, telle que tous les Astronomes la trouvent aujourd'hui, sçavoir de 10 à 12 secondes; & le calcul étant achevé, on trouvera la hauteur de l'Equateur plus grande qu'elle ne doit être, de 20 ou 25 secondes, c'est-à-dire, la hauteur du Pole de l'Observatoire, de 48° 49′ 48″, au lieu de 48° 50′ 10 ou 15″; ce qui prouve, comme l'on voit, que le Quart-de-cercle de M. *de la Hire* haussoit l'une & l'autre hauteur solstitiale, mais sur-tout celle du Solstice d'Eté, où l'erreur a dû être d'environ 35 secondes. Il me paroît donc évident après toutes ces remarques, que les deux points 0° & 90° sur le Quart-de-cercle de M. *de la Hire* sont plus près l'un de l'autre qu'ils ne doivent être, de plus de 1′ ½, & c'est ce qu'il est important de vérifier par de nouvelles observations. On sera peut-être surpris que M. *de la Hire* ne se soit pas apperçû, avant la publication de ses Tables, d'une erreur aussi considérable; mais il faut considérer que sa Table des réfractions, & la hauteur du Pole qu'il établit à l'Observatoire, corrigent une grande partie des erreurs de ces divisions : mais elles ne peuvent convenir à un Quart-de-cercle bien vérifié. Enfin il me paroît de la derniére conséquence, si l'on veut bien-tôt découvrir quelque chose de certain dans les variations de l'obliquité de l'Ecliptique, d'y employer toûjours le même instrument, ou plûtôt deux excellents Quart-de-cercles dont les Lunettes doivent être garnies de Micrometres, afin que le fil à plomb puisse tomber toûjours sur le même point, sçavoir 64° 50′ 0″. Il seroit même nécessaire que ces instruments demeurassent toûjours dans le même lieu, ou qu'on eût soin de les vérifier chaque année, en observant la hauteur apparente du Pole vers les temps des Solstices : j'observe de

cette maniére la plus petite hauteur de l'Etoile Polaire à la fin du mois de Mai de chaque année, & la plus grande hauteur à la fin du mois de Juillet; chacune de ces observations se peut faire avec une très-grande exactitude, parce que cette Etoile passe alors au Méridien dans le temps du crépuscule.

OBSERVATION DE L'ECLIPSE DU SOLEIL, Du 15 Août 1738.

Par M. CASSINI.

NOUS avons eu le temps assés favorable pour l'observation de cette Eclipse, dont nous avons vû distinctement le commencement, le milieu & la fin, quoique pendant le cours de sa durée nos observations ayent été interrompuës par quelques nuages qui nous ont empêché de distinguer avec la même évidence les doigts éclipsés.

Je m'étois proposé d'abord de faire cette observation avec une Lunette de huit pieds, montée sur une Machine Parallactique, avec un Micrometre garni de fils paralleles, dont les extrêmes comprenoient exactement l'image du Soleil; mais comme la Lune qui s'avançoit lentement sur le disque du Soleil, laissoit un temps considérable entre la mesure de chaque doigt, & qu'on voyoit distinctement avant 11 heures l'image du Soleil sur le carreau de la Méridienne qui est dans la grande Salle de l'Observatoire, j'imaginai une autre méthode de déterminer le temps & les phases de l'Eclipse, en marquant sur ce carreau les bords du Soleil & sa partie éclipsée dans le moment que l'un des bords du Soleil touchoit une des lignes que l'on a tracées de 5 en 5 minutes avant & après midi, ce qui me donnoit en même temps le temps

de l'obſervation ſans avoir recours à la Pendule; ce que je continuai de faire juſqu'au paſſage du Soleil par le Méridien, dont j'obſervai le premier bord à 11^{h} 58′ 12″, la corne orientale éclipſée à 11^{h} 59′ 6″, la corne occidentale à 0^{h} 0′ 10″, & le ſecond bord à 0^{h} 0′ 27″.

Je fis enſuite quelques autres obſervations de l'Eclipſe ſur la Méridienne juſque près de ſa fin, que je crus qu'on détermineroit plus exactement par le moyen de la Lunette dont je m'étois auſſi ſervi pour obſerver les doigts.

Comme dans cette obſervation je n'avois pas pu meſurer le diſque entier du Soleil, dont une partie étoit éclipſée, & que ce diſque changeoit continuellement de grandeur, à cauſe que le Soleil étant plus bas avant midi qu'au Méridien, ſon image ſe projette plus loin & devient plus grande; j'ai eu ſoin après midi de meſurer, dans les heures correſpondantes, l'étenduë de l'image du Soleil projettée ſur le plan horiſontal de la Méridienne, & par ce moyen j'ai eu la grandeur apparente de ſes diametres, telle qu'elle étoit avant midi au temps des diverſes phaſes de l'Eclipſe dont je me ſuis ſervi pour déterminer la grandeur de la partie éclipſée du Soleil pour le temps des obſervations de la maniére que je le vais expliquer.

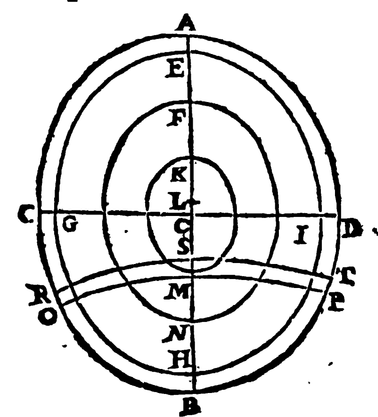
Il a fallu pour cet effet conſidérer que l'image du Soleil qui eſt projettée ſur le plan en forme d'Ellipſe par les rayons qui paſſent par le trou de la Méridienne, doit être augmentée d'une quantité qui ſeroit égale à toute l'étenduë du diametre de ce trou, ſi elle n'étoit point diminuée par l'effet de la pénombre.

Dans l'obſervation qui fut faite à la Méridienne le lendemain 16 Août, le diametre du Soleil y fut obſervé à ſon paſſage par le Méridien, de 33′ 0″, plus grand de 1′ 20″ que ſon diametre véritable, qui étoit alors de 31′ 40″, ce qui augmente la grandeur de ce diametre d'environ ſa 25.e partie.

Cette augmentation ne ſe fait pas ſuivant la proportion des diametres de l'Ellipſe qui repréſente le Soleil, mais elle

forme autour un Anneau lumineux, d'égale largeur dans toutes ses parties, qui enveloppe l'image du Soleil, formée par les rayons qui passent par le centre de ce trou, laquelle doit être parfaitement elliptique.

Ainsi ayant déterminé, comme on l'a dit ci-dessus, par des observations correspondantes faites après midi, les deux diametres *AB, CD,* apparents de l'image du Soleil, il a été nécessaire, pour avoir les diametres véritables de l'Ellipse formée par les rayons du Soleil, d'en retrancher les quantités *AE, CG, BH, DI,* égales chacune à la 50.me partie du diametre *AB*, sur laquelle on a formé l'Ellipse *EGHI*, qui représente la figure exacte du Soleil projettée sur le plan de la Méridienne qu'on a divisé en douze droits par six autres Ellipses, ayant égard à l'effet de la projection du Soleil, suivant laquelle la partie septentrionale du Soleil *AL* doit être plus petite que la partie méridionale *LB*, d'un centiéme, ce qui sur la figure du Soleil dont le grand diametre étoit de 5 pouc. 6 lignes, faisoit une différence d'un sixiéme de ligne, dont le centre *L* devoit être éloigné du centre *C* de la figure du côté de la partie septentrionale. L'on a enfin décrit par les points *ACBD* une courbe, dont tous les points sont à égale distance de l'Ellipse *EGHI*, & qui représente l'image du Soleil projettée sur le plan de la Méridienne.



Ayant appliqué cette figure sur celle du Soleil, que l'on avoit tracée dans les différentes phases de l'Eclipse, on y a marqué l'arc *OMP* qui terminoit la partie éclipsée, à laquelle on a mené la parallele *RST* à la distance *RO* égale à *AE* ou *CG*, & l'on a eu la partie *RSTB* qui mesure la quantité de l'Eclipse, qu'on a trouvée à 11^h 6' de 4 doigts

un dixiéme, peu différente de celle que j'avois déterminée par les fils du Micrometre.

A 10h	6′	46″	commencement de l'Eclipse par une Lunette de 8 pieds.
	17	27	un doigt.
	28	2	deux doigts.
	38	9	une Tache au milieu de plusieurs petites, s'éclipse.
	42	40	trois doigts un huitiéme.
	11	4	quatre doigts un peu plus.

L'Eclipse augmente fort peu, & j'ai jugé sa grandeur de 4 doigts 10 minutes.

A 11h	20′	40″	quatre doigts.
11	43	40	trois doigts.
11	56	10	deux doigts.
0	9	0	un doigt.
0	19	20	fin de l'Eclipse.

J'ai remarqué que 15 ou 20″ avant la fin de l'Eclipse, elle étoit de la même maniére que lorsque j'ai commencé à l'appercevoir.



OBSERVATION
DE L'ECLIPSE PARTIALE DE SOLEIL,
Faite à Paris le 15 Août 1738.

Par M. GRANDJEAN DE FOUCHY.

J'AI obſervé cette Eclipſe avec une Lunette de ſept pieds, au bout de laquelle étoit fixée une Tablette blanche, qui par le moyen des Cercles qui y étoient tracés, diviſoit en doigts & demi-doigts l'image du Soleil qui y étoit reçûë. Je m'étois encore propoſé de prendre de temps en temps ſur la Tablette la grandeur de la partie claire avec un Compas, pour la comparer au diametre de l'image, ce qui m'avoit aſſés bien réuſſi dans l'obſervation de l'Eclipſe du 13 Mai 1733, mais les nuages qui me déroboient à tout moment le Soleil, m'ayant empêché de pouvoir rien tirer d'aſſés exact de ces obſervations, je me ſuis déterminé à obſerver ſeulement le progrès de l'Eclipſe par doigts & par demi-doigts autant qu'il m'a été poſſible.

L'image avoit quatre pouces de diametre, & étoit exactement diviſée. Le lieu où j'obſervois, étoit très-bien obſcurci, ce qui la rendoit aſſés bien terminée malgré l'ondulation continuelle du bord du Soleil. J'avois auſſi monté dans un lieu voiſin une Lunette de 14 pieds pour obſerver le commencement & la fin de l'Eclipſe; mais je n'ai pu avoir ni l'une ni l'autre de ces phaſes, le commencement m'ayant paru au travers du bord d'un nuage très-confuſément vers $10^h\,7'\,53$ ou $54''$, & la fin ne s'étant point vûë du tout, voici les obſervations des autres phaſes réduites au temps vrai.

A 10^h	$20'$	$16''$	. . . .	1^{doigt}	$30'$
10	26	6	. . . .	2	0
10	31	33	. . . .	2	30

$10^h\ 34'\ 34''$ la Lune couvre la premiére des Taches du Soleil, qui se trouve sur sa route.

10	39	20	. . . .	3 doigts	0'
10	48	47	. . . .	3	30
10	54	16	. . . .	4	0
La plus grande partie éclipsée m'a paru de				4	15
11	36	44	. . . .	3	30
11	46	52	. . . .	3	0
11	54	26	. . . .	2	30
12	5	50	. . . .	1	30
12	9	48	. . . .	1	0
12	14	2	. . . .	0	30

Le milieu de l'Eclipse tiré de la phase de $1^d\ 30'$ est $11^h\ 13'\ 8''$, celui qui est tiré de la phase de $2^d\ 30'$, $11^h\ 13'\ 1''\frac{1}{2}$, par la phase de $3^d\ 0'$, $11^h\ 13'\ 6''$, & par celle de $3^d\ 30'$, $11^h\ 12'\ 46''$.

Si donc on veut prendre un milieu entre toutes ces observations, on aura le milieu de l'Eclipse à $11^h\ 13'\ 3''$, & si on rejette la phase de $3^d\ \frac{1}{2}$, que j'ai lieu même de soupçonner moins exacte que les autres, tant parce que l'Eclipse y varie moins en temps égal, que parce que le Soleil n'y étoit pas bien net, on aura le milieu de l'Eclipse à $11^h\ 13'\ 8''\frac{1}{2}$.

Pendant que le Soleil éclipsé encore passoit au Méridien, je pris la hauteur de son bord supérieur, que je trouvai de $55°\ 22'\ 47''$, & la différence en déclinaison entre les cornes de l'Eclipse, qui étoit de $6'\ 22''$. J'ai eu en vûë dans cette derniére observation la recherche de la position de la Lune en ce moment où elle étoit dégagée de la parallaxe d'ascension droite; mais comme cet article pourroit nous mener trop loin, & demande des calculs assés longs, je me suis contenté de rapporter ici l'observation, me réservant à rendre compte à l'Académie du résultat dans une autre occasion.



OBSERVATION

OBSERVATION DE L'ECLIPSE DU SOLEIL, Faite à Paris le 15 Août 1738.

Par M. LE MONNIER le Fils.

NOUS avons obſervé cette Eclipſe avec deux Lunettes différentes, l'une de 7 pieds, garnie d'un Micrometre, & l'autre de 22 pieds & demi, dont on s'eſt ſervi principalement pour déterminer le commencement de l'Eclipſe avec les précautions & l'exactitude néceſſaire : car il y a de l'avantage à ſe ſervir d'une grande Lunette pour déterminer le commencement d'une Eclipſe, mais quand il ne s'agit que d'en obſerver ſeulement la fin, une excellente vûë peut l'appercevoir preſque auſſi facilement avec une Lunette de 7 à 8 pieds, comme avec une Lunette de 25 à 30 pieds; c'eſt pourquoi on remarqua quelques jours avant l'Eclipſe, quel étoit à très-peu près le vertical où il falloit placer la Lunette pour obſerver le premier contact des deux bords de la Lune & du Soleil, & l'ayant montée de telle ſorte que le vent ne pouvoit plus incommoder pendant l'obſervation, le commencement a été déterminé avec cette grande Lunette.

La Pendule dont on s'eſt ſervi pour toutes ces obſervations, avoit été reglée les jours précédents par des hauteurs correſpondantes, mais le temps fut aſſés favorable le jour même de l'Eclipſe pour obſerver le Soleil & *Arcturus*, & déterminer leur paſſage au Méridien.

A 10^h 6′ 43″ du matin, Commencement de l'Eclipſe.
A 10^h 34′ 5″ la Lune commence à toucher la plus groſſe Tache du Soleil.
A 12^h 19′ 25 ou 30″ Fin de l'Eclipſe.

La plus grande quantité de l'Eclipſe a été meſurée avec

un excellent Micrometre, & elle a paru de 4 doigts $\frac{11}{100}$ ou 4 doigts 12 minutes.

A UPSAL.

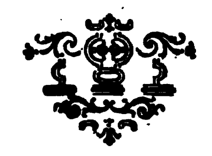
La même Eclipſe a été obſervée par M. *Celſius*, avec une Lunette de 7 pieds, garnie d'un Micrometre ſemblable au mien, & de la conſtruction de M. *Graham*.

A $0^h 18' 52''$ Commencement de l'Eclipſe.
0 35 57 . . . . 0 doigts 5 minutes $\frac{2}{3}$.
0 37 47 . . . . 0 doigts 3 minutes $\frac{4}{5}$.
0 42 22 Fin de l'Eclipſe.

Les nuages ont empêché d'obſerver la plus grande quantité de l'Eclipſe, qu'on peut cependant établir par les obſervations précédentes, à $0^h 30' 37''$, de 0 doigts 8 minutes.

Sur la différence en Longitude entre Paris & Upſal.

Le 2 Décembre, nouveau ſtile, M. *Celſius* a obſervé une Emerſion du premier Satellite de Jupiter à $7^h 9' 34''$ du ſoir; j'ai obſervé la même Emerſion avec une Lunette de 13 pieds à $6^h 8' 30''$, & M. *Caſſini* l'a obſervée avec une Lunette de 18 pieds à $6^h 7' 40''$. Si l'on prend $6^h 8' 0''$ pour le temps vrai de l'Emerſion à Paris, on aura la vraye différence en longitude entre Paris & Upſal, de $1^h 1' 30''$, ce qui différe beaucoup de celle qui a été rapportée par feu M. *Maraldi* dans les Mémoires de l'Académie de 1714, ſçavoir $1^h 10' 14''$ orientale.



OBSERVATIONS DU THERMOMETRE
PENDANT L'ANNÉE M. DCCXXXVIII,
Faites à Paris, à l'Iſle de France, à Pondichery & au Senegal;
ET LA COMPARAISON DE CES OBSERVATIONS.

Par M. DE REAUMUR.

POUR continuer de donner des termes de comparaiſon pour les obſervations du Thermometre, faites en différentes ſaiſons & en différents lieux des différentes parties du Monde, nous allons, comme dans les années précédentes, rapporter la ſuite des obſervations journaliéres que nous avons faites, ſoit à Paris, ſoit à Charenton, pendant dix mois de l'année 1738, & de celles que nous avons faites pendant les deux autres mois de la même année, ceux des Vacances, dans les endroits du Royaume où nous nous ſommes trouvés. Pluſieurs Sçavants, aux vûës deſquels nous nous faiſons gloire de nous conformer, ont ſouhaité que nous ne ceſſaſſions pas ſi-tôt de publier de pareilles ſuites.

Nous répéterons par rapport aux Tables ſuivantes, un avertiſſement qui a déja été donné pour celles des autres années; ſçavoir, que lorſqu'une petite ligne ſe trouve au-deſſus d'un chiffre, que ce chiffre exprime un degré au-deſſous du terme de la congélation; $\overline{6}$ exprime 6 degrés au-deſſous de ce terme.

JANVIER. [1738.] FEVRIER.

J.	Degrés du Matin. Heures.	Degrés.	Degrés d'Après-midi. Heures.	Degrés.	J.	Degrés du Matin. Heures.	Degrés.	Degrés d'Après-midi. Heures.	Degrés.
1	à 6 1/2 .... à	3 3/4	à 2 .... à	1 1/2	1	à 6 1/2	3	à 2 .... à	5
2	6 1/2	4	2	1/2	2	....	5	....	10 1/4
3	....	1	....	4	3	....	7 1/2	....	10
4	....	1	....	4 1/8	4	....	7 1/4	....	10
5	....	0	6	0	5	....	7 1/4	....	10
6	....	1 1/4	2 1/2	1 1/2	6	....	5 1/4	....	8 1/2
7	....	5	....	2 3/4	7	....	6 1/3	3 1/2	10
8	7	6	....	4 1/8	8	....	6 1/4	2	7 1/2
9	....	3 1/4	1	2 3/4	9	....	6	....	9
10	....	3 3/4	2	1 1/2	10	....	6	....	8 1/2
11	....	4 1/2	6	3/4	11	....	4 1/2	....	7 1/2
12	....	1/4	2	2 1/8	12	....	6 1/5	....	9 1/4
13	....	2 1/4	....	5 1/4	13	....	7 1/4	....	10 1/4
14	....	4	....	7 1/2	14	....	6	3	8 1/4
15	....	1 1/4	....	5	15	....	7 1/2	2	6
16	....	1 1/2	....	2 1/2	16	....	1	2	2
17	....	0	1	1 1/2	17	....	4 1/4	à midi 1/2	1/4
18	....	4 3/4	2	7	18	....	3 1/2	2	1 1/3
19	6 1/2	6 1/4	2	9	19	....	2 1/2	....	5
20	....	6 1/4	....	8 1/2	20	....	1/4	....	4
21	....	6 1/8	....	6 1/2	21	....	1/4	....	2
22	....	3	....	4 1/2	22	....	4	....	1
23	7	3/4	....	4	23	....	2 1/2	....	1
24	....	2 1/3	....	7	24	....	2	3	1 1/2
25	....	4 1/2	....	4 1/2	25	....	2	2 1/2	6 1/4
26	....	1/2	6	0	26	....	3	2 1/2	10
27	6 1/2	1 1/4	2	2	27	....	2 1/8	à 2 à Charenton	à 11 1/4
28	....	2	....	3 3/4	28	6 1/2	7 1/2	2	12 1/2
29	....	3/4	....	4 1/2					
30	....	4 1/2	....	6 1/4					
31	....	3	....	3 1/2					

J.	MARS [1738.] Degrés du Matin. Heures.	Degrés.	Degrés d'Après-midi. Heures.	Degrés.	J.	AVRIL. Degrés du Matin. Heures.	Degrés.	Degrés d'Après-midi. Heures.	Degrés.
1	à 6½	7	à 2½ à Charenton à	9½	1	à 6 à Charenton . .	7½	à 3	à 16½
2	6½	6	3	11	2	6	8½	3	17¼
3	6½	5	3	10	3	6	11¼	2 & 3 . . .	17¼
4	6½	4	3	11⅓	4	6	11½	3	19½
5	6½	4	1½	11¼	5	6	11½	. . . .	17
6	6½	8	2½	10¾	6	5½	10	. . . .	15
7	6½	5½	2	5¾	7	. . . .	6	. . . .	9¼
8	6 à Paris	2	2	7	8	. . . .	2½	. . . .	10
9	. . . .	½	2½	7	9	. . . .	4½	. . . .	10½
10	. . . .	⅔	2	9	10	. . . .	9¼	. . . .	14½
11	. . . .	2¼	à midi	9	11	. . . .	9½	. . . .	10
12	. . . .	3	2	6½	12	. . . .	5	2	11½
13	. . . .	1½	3	5	13	. . . .	8½	2½	13½
14	. . . .	1¼	2½	5	14	. . . .	7½	3	14
15	. . . .	4	2½	8½	15	. . . à Paris . .	5½	2	13½
16	. . . .	5	1	9	16	. . . .	8	2½	12½
17	. . . .	5½	2	8	17	. . . .	6	3	12
18	. . . .	1⅔	2	8	18	. . . .	5½	3	14
19	. . . .	0	2	8	19	. . . .	8	1½	15
20	. . . .	5¼	2	8	20	. . . .	8½	3	18
21	. . . .	4½	2	7	21	. . . .	10	2½	17½
22	. . . .	4½	2½	10	22	. à Charenton .	7	2½	15½
23	. . . .	1⅔	2½	9¼	23	. . . .	8	3	17
24	. . . .	3	3	10	24	. . . .	10	3	13
25	. . . .	4	3	8	25	. . . .	8	3	9
26	. . . .	2¾	2½	7	26	. . . .	6½	3	13
27	. . . .	2¼	2½	6	27	. . . .	6½	3	12
28	. . . .	2	2½	8	28	. . . .	6	3	12¼
29	. . . .	4	2½	11¼	29	6	5	3	13
30	. . . .	3¾	2½	13	30	6	6½	3	8
31	. . . .	8	3	14					

MAI.					[1738.]	JUIN.			
J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.		J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.	
	Heures.	*Degrés.*	*Heures.*	*Degrés.*		*Heures.*	*Degrés.*	*Heures.*	*Degrés.*
1	à 5½	à 2¾	à 3	à 7½	1	à 5½	à 10½	à 3	à 12½
2	5½	2¾	3	7¼	2	5½	11	3	17¼
3	5½	5	2½	10	3		11½		20
4		6½	3	10	4	à Paris	12½		17½
5		6¾		12	5		11½		17½
6		6		12	6		10		20½
7		6½	3½	14	7		13½		15
8		6¼	3	13½	8		11½		17¼
9		5⅔		12½	9		12		17½
10	à Paris	4½		13	10		14		20½
11		5		13	11		10½		18
12		8½		14	12		11½		16½
13		9	1½	17½	13		11		17
14		9	3	20	14		10½		16½
15		11½		20	15	5	8½		16
16		12		17½	16	5½	11		19
17		10		19½	17		11½		19½
18		12½	2½	20½	18		13		20
19	à Charenton	10	3	18½	19		13		21
20		11		17½	20		14	3½	24
21		9		16½	21		17	à midi	24
22		10½		17½	22		14	3	20
23		11½		18½	23		12½	3	15
24		10		20½	24		9½	3	15
25		14		20½	25		9	3	17
26		12		20½	26		10	3	19½
27		12		18½	27		11	3	17
28		11		20	28		10	3	15
29		14	3 à Mahonë	23½	29		10	3	17
30		15	3½	23½	30		10	3	18
31		13½	3	14½					

JUILLET. [1738.] AOUST.

J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.		J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.	
	Heures.	*Degrés.*	*Heures.*	*Degrés.*		*Heures.*	*Degrés.*	*Heures.*	*Degrés.*
1	à 5 & demie à	10	à 3 à	14	1	à 5 & demie à	14½	à 3½	22
2	à Paris	11¾		17	2	à Paris	15½	3	22¼
3		10		15	3		14½	à Vaujours	24
4		11		18½	4		15½		27½
5		12		19½	5		17	3½	29
6	à Charenton	11½		20	6		17	3	25
7	à Paris	12	3½	24	7		16		24
8		17	3	18	8		14		23¾
9		13½		21	9		12½		20
10		13		20¼	10		12½		21
11		12		19	11		10¼		19½
12		11		21	12		12½		20½
13	à Charenton	13		21¾	13		13		21
14		14		23½	14		15		23
15		14		23½	15	à Paris	14½		19½
16		13		22	16		11		22
17		12	3½	22½	17		16		18
18		14		24	18		11		20
19		13¾		23½	19		12		21
20		14		20¼	20	à Charenton	14½	à Paris	24½
21		11		19½	21	3 à Charenton	12½	à Malnouë	17½
22		11½		19½	22		12½		15
23		13½		18	23	à Paris	13		18
24		13		17½	24		14		16
25		12		20	25		12¼		16⅔
26		15		21	26		10		16
27		12½		28½	27		11		16½
28		14½		26	28		10		17½
29		16½	3	26	29		13		18½
30		17		24	30		12¾		17½
31		15		21	31		11½		14½

SEPTEMBRE. [1738.] OCTOBRE.

SEPTEMBRE.

J.	Degrés du Matin. Heures.	Degrés.	Degrés d'Après-midi. Heures.	Degrés.
1	à 5½	à 12¼	à 3	à 18
2	5½	11		16½
3		8½	3	16½
4		9½		16¼
5		11		15¼
6		11½		15
7		8½		11½
8		7½		15
9		11¼	près Châtres	18
10	6. à E'tampes	9	à Toury	16¼
11	5½ à Artenay	4¾	à Orléans	17¼
12	5. à Clery	7	à Saint-Dié	22
13	5¾ à Blois	10	3 à Amboise	22½
14	5½ à Amboise	13	3 sur la Levée près Tours	17½
15	6 à Langès	10½	2 sur la Lev. après la Chapelle-blanche	16
16	5½ à Saumur	4½	3 près Montreuil	17
17	6 à Thouars	10	3 près Bressuire	20½
18	5½ à Bressuire	13	1 près la Forêt sur Seure	21½
19	6 à Reaumur	10½	2½	16½
20	6	11	3	17
21		11	3	19½
22		12		15½
23		6		15
24		8		17
25		10		19¼
26		8¾	2½	17
27		4½		15
28		5		14½
29		6	3½	12½
30		10	5	13

OCTOBRE.

J.	Degrés du Matin. Heures.	Degrés.	Degrés d'Après-midi. Heures.	Degrés.
1	à 6	à 10	à 2½	à 13
2	6	9½		15
3		7		16
4		9	2	15
5		6½	2½	14
6		7		14¾
7		10		16½
8		6		13
9		1½		12¼
10		6½	2	14
11		6½	2	13
12		6½	2½	10
13		7½		10¼
14		10½		17½
15		12½		17
16		11½		15
17		12	2	14
18		7½	2½	13
19		8½		12¼
20		3¾		12¾
21		4	3 près Bressuire	13½
22	6½ à Bressuire	6	2½ près Thouars	13
23	6 à Thouars	6¼	3 près Montreuil	11¼
24	6 à Saumur	10¼	5 près Langès	12
25	6 à Langès	10	2½ près Tours	13½
26	6½ à Amboise	10	2 près Blois	15
27	6 à Blois	3½	2½ près S. Laurent des Eaux	10¼
28	6 à Clery	4	1½ à Orléans	9
29	6½ à Toury	5	3 à E'tampes	8½
30	6 à E'tampes	5	2 près Châtres	8¾
31	6 à Paris	5	2	8

NOVEMBRE

J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.		J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.	
NOVEMBRE. [1738.]					DECEMBRE.				
	Heures.	*Degrés.*	*Heures.*	*Degrés.*		*Heures.*	*Degrés.*	*Heures.*	*Degrés.*
1	à 6 à Charenton . .	3	à 2 . . . . à	5	1	à 7	5¼	à 2 . . . . à	8
2	6	6½	2	7½	2	. . . .	5¼	2	8½
3	6½	3	2	7½	3	. . . .	5	2	9¼
4	. . . .	3¼	2½	8	4	. . . .	5	. . . .	8½
5	. . . .	6½	2½	9½	5	. . . .	7½	. . . .	7¾
6	. . . .	5½	2	10½	6	. . . .	5	. . . .	8
7	. . . .	6½	2½	10½	7	. . . .	6½	. . . .	9½
8	. . . .	3½	. . . .	7½	8	. . . .	7	. . . .	10
9	. . . .	2½	. . . .	3½	9	. . . .	7¼	. . . .	10
10	. . . à Paris. . .	5	. . . .	7½	10	. . . .	6	. . . .	9½
11	7	5¼			11	. . . .	4½	. . . .	9½
12	. . . .	3½	. . . .	7½	12	. . . .	5	. . . .	7½
13	. . . .	4½	1½	8	13	. . . .	9¼	. . . .	11½
14	. . . .	5¼	. . . .	5½	14	6	7¼	. . . .	10½
15	. . . .	3¼	. . . .	2	15	7	8	. . . .	8½
16	. . . .	1	2	1½	16	. . . .	3¼	2	6½
17	. . . .	2½	2	1	17	. . . .	8	1	11
18	. . . .	3	2	1	18	. . . .	9¼	1	10¼
19	. . . .	2	. . . .	4½	19	. . . .	5¼	1	8
20	. . . .	0	. . . .	2	20	. . . .	2	2	6½
21	. . . .	3¼	. . . .	0	21	. . . .	7	2	9½
22	. . . .	3⅛	. . . .	1	22	. . . .	6½	. . . .	6½
23	. . . .	4	1	¾	23	. . . .	4½	. . . .	5½
24	. . . .	3¾	2	½	24	à Charenton . . .	1	. . . .	0
25	. . . .	4	2	0	25	. . . .	2¼	. . . .	2½
26	. . . .	2	. . . .	2	26	. . . .	3½	. . . .	5
27	. . . .	2	. . . .	½	27	. . . .	4	. . . .	5
28	. . . .	1½	. . . .	¾	28	. . . .	½	. . . .	2
29	. . . .	2	. . . .	2	29	. . . .	½	. . . .	½
30	. . . .	¼	. . . .	6¼	30	. . . .	¾	. . . .	2½
					31	. . . .	1	. . . .	2½

RESULTATS DES TABLES PRECEDENTES,

qui donnent les plus grands chauds & les plus grands froids de chaque mois de 1738, soit du matin, soit de l'après-midi.

Plus grand froid du Matin.	Plus grand froid de l'Après-midi.	Plus grand chaud du Matin.	Plus grand chaud de l'Après-midi.
	JANVIER 1738.		
Jours. 8. à 7^h à $\overline{6^d}$	Jours. 8. à $2^h\frac{1}{2}$ à $\overline{4^d\frac{1}{4}}$	Jours. 20. à $6^h\frac{1}{2}$ à $6^d\frac{1}{4}$	Jours. 19. à 2^h à 9^d
	FEVRIER.		
17. à 6^h à $\overline{4^d\frac{1}{4}}$	17. à 1^h à $\overline{\frac{3}{4}^d}$	3., 15., 28. } à $6^h\frac{1}{2}$ à $7^d\frac{1}{2}$	28. à 3^h à $12^d\frac{1}{4}$
	MARS.		
19. à 6^h à 0^d	13., 14. } à 3^h à 5^d	6., 31. } à 6^h à 8^d	31. à 3^h à 14^d
	AVRIL.		
8. à $5^h\frac{1}{2}$ à $2^d\frac{1}{2}$	30. à 3^h à 8^d	4., 5. } à $5^h\frac{1}{2}$ à $11^d\frac{1}{2}$	4. à 3^h à $19^d\frac{1}{2}$
	MAI.		
1., 2. } à $5^h\frac{1}{2}$ à $2^d\frac{3}{4}$	2. à 3^h à $7^d\frac{1}{2}$	30. à $5^h\frac{1}{2}$ à 15^d	29., 30. } à 3^h à $23^d\frac{1}{2}$
	JUIN.		
15. à $5^h\frac{1}{2}$ à $8^d\frac{1}{2}$	1. à 3^h à $12^d\frac{1}{2}$	21. à $5^h\frac{1}{2}$ à 17^d	20., 21. } à $3^h\frac{1}{2}$ à 24^d
	JUILLET.		
1. à $5^h\frac{1}{2}$ à 10^d	1. à 3^h à 14^d	8., 30. } à $5^h\frac{1}{2}$ à 17^d	28., 29. } à 3^h à 26^d
	AOUST.		
26., 28. } à $5^h\frac{1}{2}$ à 10^d	22. à 3^h à 15^d	5., 6. } à $5^h\frac{1}{2}$ à 17^d	5. à $3^h\frac{1}{2}$ à 29^d

Plus grand froid du Matin.	Plus grand froid de l'Après-midi.	Plus grand chaud du Matin.	Plus grand chaud de l'Après-midi.
SEPTEMBRE.			
Jours. 16. 27. } à $5^{h}\frac{1}{2}$ à $4^{d}\frac{1}{2}$	Jours. 30. à 5^{h} à 13^{d}	Jours. 14. à $5^{h}\frac{1}{2}$ à 13^{d}	Jours. 13. à 3^{h} à $22^{d}\frac{3}{4}$
OCTOBRE.			
9. à 6^{h} à $1^{d}\frac{1}{2}$	29. à 3^{h} à $8^{d}\frac{1}{2}$	15. à 6^{h} à 12^{d}	14. à 3^{h} à $17^{d}\frac{1}{2}$
NOVEMBRE.			
23. 25. } à 7^{h} à $\overline{4^{d}}$	21. 25. } à 2^{h} à 0^{d}	5. 6. } à $6^{h}\frac{1}{2}$ à $6^{d}\frac{1}{2}$	6. 7. } à 2^{h} à $10^{d}\frac{1}{2}$
DECEMBRE.			
25. à 7^{h} à $\overline{2^{d}\frac{1}{4}}$	24. à 2^{h} à 0^{d}	13. 18. } à 7^{h} à $9^{d}\frac{1}{4}$	13. à 2^{h} à 11^{d}

Les Volumes précédents ont fourni des preuves de la constante assiduité de M. Cossigny à faire chaque jour une observation du Thermometre ; la suite de celles qu'il nous a envoyées pendant plusieurs années, nous ayant assés mis au fait de la marche du Thermometre, tant à l'Isle de Bourbon qu'à l'Isle de France, nous nous sommes contentés pour l'année 1737, d'extraire de ses Tables deux observations pour chaque mois, celle du jour où la liqueur a monté le plus haut, & celle du jour où elle s'est le moins élevée. Nous allons en user de même pour l'année 1738.

ISLE DE FRANCE.

JOURS DE CHAQUE MOIS où la liqueur du Thermometre s'est le plus élevée.	JOURS DE CHAQUE MOIS où la liqueur du Thermometre s'est le moins élevée.
JANVIER 1738.	
Le 26........ à 26 degrés	Le 10........ à 22 degrés $\frac{1}{2}$
FEVRIER.	
Le 6........ à 25 degrés $\frac{2}{3}$	Le 27........ à 21 degrés $\frac{1}{2}$
MARS.	
Le 13........ à 25 degrés	Le 1........ à 22 degrés
AVRIL.	
Le 6........ à 24 degrés	Le 10, Le 19 .... à 21 degrés $\frac{1}{4}$
MAI.	
Le 7........ à 23 degrés $\frac{1}{4}$	Le 12........ à 20 degrés
JUIN.	
Le 1........ à 21 degrés	Le 13........ à 17 degrés
JUILLET.	
Le 27........ à 20 degrés $\frac{1}{4}$	Le 28, Le 30, Le 31 .... à 17 degrés
AOUST.	
Le 21........ à 20 degrés $\frac{1}{2}$	Le 1........ à 17 degrés
SEPTEMBRE.	
Le 5........ à 21 degrés $\frac{1}{2}$	Le 22........ à 18 degrés $\frac{1}{2}$
OCTOBRE.	
Le 18, Le 22, Le 30 .... à 23 degrés	Le 3, Le 5 .... à 19 degrés

Jours de chaque mois où la liqueur s'est le plus élevée.	Jours de chaque mois où la liqueur s'est le moins élevée.
NOVEMBRE.	
Le 21 } Le 24 } .... à 24 degrés	Le 16 .... à 21 degrés
DECEMBRE.	
Le 31 .... à 24 degrés $\frac{1}{4}$	Le 7 .... à 21 degrés $\frac{1}{2}$

Les résultats précédents suffisent pour montrer que les variations de la liqueur du Thermometre ont été aussi peu considérables à l'Isle de France pendant l'année 1738 que pendant les années précédentes.

Nous ne connoissons pas encore aussi-bien les différentes temperatures de l'air de Pondichery, que nous connoissons celles de l'Isle de France; nous sçavons pourtant que l'on y est exposé dans certains temps de l'année à souffrir des chaleurs dont on se plaint beaucoup. Aussi n'hésitons-nous pas à rapporter les observations qui y ont été faites journellement par un Religieux Capucin pendant huit mois consécutifs de l'année 1738. Ce révérend Pere est le même à qui nous devons celles qui ont été imprimées dans les Volumes de 1736 & de 1737; nous avons eu alors occasion de dire qu'il avoit porté l'attention chaque jour au de-là de ce que nous eussions osé exiger, jusqu'à faire quatre observations. La premiére à 6 heures du matin, la seconde à 11 heures, la troisiéme à 2 heures après midi, & la quatriéme à 5 heures. Outre les quatre colomnes où se trouvent dans ses Tables de chaque mois, ces quatre suites d'observations, il y a fait entrer une cinquiéme colomne où il a marqué l'heure du jour à laquelle la liqueur s'est le plus élevée. De ces cinq colomnes qui composent ses Tables, il nous a paru qu'il suffisoit d'en faire imprimer deux; celle qui donne pour chaque jour le degré du Thermometre à 6 heures du matin, & celle qui donne le degré de la plus grande chaleur du jour.

Ddd iij

Observations faites à Pondichery sur le Thermometre, depuis le 1.er de Février jusqu'au dernier Septembre 1738.

(1738.)	FEVRIER.			MARS.		
Jours.	A 6 heur. du matin.	La plus grande élevation après midi.		A 6 heur. du matin.	La plus grande élévation après midi.	
	Degrés.	Heures.	Degrés.	Degrés.	Heures.	Degrés.
1	22	à 3	24 1/4	. . . .	à 3	26
2	21 2/3	2 3/4	24	22	2 1/4	25 1/2
3	. . . .	3 1/2	24 1/3	*Id.*	2	25 1/2
4	21 1/4	2	24	22 1/4	3	25 1/2
5	. . . .	3	24 3/4	22 1/3	2 1/2	25 3/4
6	21 1/3	2 3/4	25	22 1/2	2 1/2	26
7	21	2	24 2/4	23	2	25 1/2
8	21 1/2	3	25	22 1/4	1 1/2	25 1/2
9	. . . .	. . . .	. . . .	*Id.*	2 1/2	25 1/2
10	21 1/3	2	25	. . . .	3	25 1/2
11	22	2 3/4	24 2/3	22 1/2	2 1/2	25 1/2
12	. . . .	. . . .	. . . .	22 1/3	2 1/2	26
13	21 3/4	2 1/2	25	. . . .	2 1/2	26
14	22	3	25	23	3	26 1/2
15	21 2/3	2 3/4	25 1/4	*Id.*	2 2/3	25 1/2
16	21 3/4	2 1/2	25 1/4	*Id.*	2	26
17	21 2/3	2 1/4	25 1/2	23 1/4	2	26 1/2
18	22	. . . .	. . . .	22 3/4	3	26
19	. . . .	3	26	22 1/2	3 1/4	26 1/2
20	22	3 1/4	25 3/4	23	3	26 1/2
21	21 3/4	2	26	. . . .	2	26
22	22	2	26 1/4	23 1/4	2	26 1/2
23	21 3/4	3	26	23	3 1/2	26 1/2
24	21 1/2	2 1/2	25 3/4	23 1/2	2	26
25	21 2/3	2 1/2	26 1/4	*Id.*	2 1/2	25 1/2
26	22	3	26 1/4	23	2 1/2	26
27	22	2	26	23 1/2	2	26
28	21 3/4	2 1/2	25 3/4	23 1/2	3	26 1/2
29	. . . .	. . . .	. . . .	23 3/4	2	26 1/2
30	. . . .	. . . .	. . . .	24	2 1/2	26 1/2
31	. . . .					

Jours.	(1738.) AVRIL. A 6 h. du matin.	La plus grande élévation après midi.		MAI. A 6 h. ½ du matin.	La plus grande élévation avant & après midi.		JUIN. A 6 h. ½ du matin.	La plus grande élévation avant & après midi.	
	Degrés.	Heures.	Degrés.	Degr.	Heures.	Degrés.	Degr.	Heures.	Degrés.
1	24	à $1\frac{1}{2}$	$26\frac{2}{3}$	26	de $1\frac{1}{2}$ à 2	$28\frac{1}{2}$	26	de 2 à 3	$29\frac{1}{2}$
2	....	3	$26\frac{3}{4}$	....	de 2 à $3\frac{1}{4}$	29	....	de $1\frac{1}{2}$ à $2\frac{1}{2}$	$28\frac{3}{4}$
3	$24\frac{1}{4}$	2	$26\frac{3}{4}$	$26\frac{3}{4}$	de 2 à 3	29	$25\frac{1}{4}$	de 2 à 3	$28\frac{1}{2}$
4	....	....		....	de $1\frac{1}{2}$ à 2	$28\frac{1}{4}$	26	de $2\frac{1}{2}$ à 3	$29\frac{1}{3}$
5	....	....		26	de 12 à 1	29	$25\frac{3}{4}$	de $2\frac{1}{4}$ à $2\frac{1}{2}$	29
6	....	....		....	de 3 à 4	$28\frac{1}{2}$	*Id.*	de 2 à 3	29
7	....	2	27	$25\frac{1}{2}$	à 1	$28\frac{3}{4}$	$25\frac{1}{2}$	de $2\frac{1}{2}$ à 3	29
8	$24\frac{1}{2}$	....		$25\frac{2}{3}$	de $1\frac{1}{2}$ à 3	$28\frac{1}{2}$	$25\frac{3}{4}$		
9	....	2	27	....	de 2 à $3\frac{1}{2}$	30	$25\frac{1}{2}$		
10	....	$1\frac{3}{4}$	$26\frac{3}{4}$	....	de $2\frac{1}{2}$ à 3	$30\frac{1}{4}$	$26\frac{1}{4}$	de $2\frac{1}{4}$ à $3\frac{1}{2}$	$29\frac{1}{2}$
11	$24\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{4}$	27	$25\frac{3}{4}$	de 3 à 4	$30\frac{1}{2}$	26	de $1\frac{1}{2}$ à 3	$29\frac{1}{2}$
12	$24\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{4}$	$26\frac{3}{4}$	25	à $3\frac{1}{4}$	$28\frac{3}{4}$	$26\frac{1}{2}$	de 1 à $1\frac{1}{2}$	$29\frac{1}{2}$
13	$24\frac{1}{2}$	3	27	*Id.*	de 2 à $2\frac{1}{2}$	$27\frac{3}{4}$	....	de 2 à $3\frac{1}{2}$	$30\frac{1}{4}$
14	....	$2\frac{1}{2}$	27	$25\frac{1}{4}$	de 1 à 3	28	....	de 1 à $2\frac{1}{2}$	$29\frac{3}{4}$
15	$24\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{4}$	$27\frac{1}{4}$	....	de 2 à $2\frac{1}{2}$	28	$26\frac{3}{4}$	de $1\frac{1}{2}$ à 3	$30\frac{1}{3}$
16	25	3	$27\frac{3}{4}$	$25\frac{1}{4}$	de 2 à $3\frac{1}{2}$	$28\frac{1}{2}$	27	de 1 à $2\frac{1}{2}$	30
17	$24\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{2}$	28	$26\frac{2}{3}$	de 2 à 3	$28\frac{1}{2}$	*Id.*	de $1\frac{1}{2}$ à 3	$29\frac{1}{2}$
18	*Id.*	2	28	$25\frac{3}{4}$	de $1\frac{1}{2}$ à 3	$29\frac{1}{3}$	$26\frac{3}{4}$	de 2 à $2\frac{1}{2}$	29
19	$24\frac{2}{3}$	$2\frac{1}{2}$	$28\frac{1}{4}$	27	de 2 à $3\frac{1}{2}$	$32\frac{1}{2}$	$27\frac{1}{4}$	de $1\frac{1}{2}$ à $2\frac{1}{2}$	29
20	$24\frac{1}{2}$	2	$27\frac{3}{4}$	$27\frac{1}{2}$	de 1 à 3	32	....	de 1 à $3\frac{3}{4}$	$28\frac{3}{4}$
21	25	2	$27\frac{3}{4}$	*Id.*	de $2\frac{1}{2}$ à 4	32	$27\frac{1}{2}$	de 1 à 3	$28\frac{1}{3}$
22	$24\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$28\frac{1}{4}$	27	de 2 à 4	30	....	de 1 à 2	29
23	25	3	$28\frac{1}{2}$	*Id.*	de 2 à $2\frac{1}{2}$	31	$26\frac{3}{4}$	de $1\frac{1}{4}$ à 2	29
24	....	$2\frac{3}{4}$	$27\frac{1}{4}$	....	de $2\frac{1}{2}$ à 3	31	....	de 2 à $2\frac{1}{2}$	29
25	$25\frac{1}{2}$	....		....	de 2 à $2\frac{1}{2}$	$31\frac{1}{2}$	$26\frac{3}{4}$	à $2\frac{1}{2}$	29
26	*Id.*	3	27	$27\frac{1}{4}$	de 3 à $3\frac{1}{4}$	$31\frac{3}{4}$	$27\frac{1}{3}$	de $2\frac{1}{4}$ à $3\frac{1}{2}$	$29\frac{2}{3}$
27	26	$3\frac{1}{2}$	$27\frac{1}{2}$	27	de $1\frac{1}{2}$ à 2	$31\frac{1}{2}$	$27\frac{1}{2}$	de $2\frac{1}{2}$ à $3\frac{3}{4}$	$29\frac{3}{4}$
28	$25\frac{3}{4}$	3	$27\frac{1}{4}$	$26\frac{3}{4}$	de $2\frac{1}{2}$ à $3\frac{1}{4}$	$32\frac{1}{3}$	27	de $2\frac{3}{4}$ à 3	30
29	....	$1\frac{1}{2}$	$27\frac{1}{4}$	26	de 3 à 4	$31\frac{1}{2}$	....	de $2\frac{1}{4}$ à 4	30
30	....	$2\frac{1}{4}$	27	$25\frac{2}{3}$	de $2\frac{1}{4}$ à 3	$29\frac{1}{2}$	....	de $2\frac{1}{2}$ à 3	$29\frac{3}{4}$
31	....	....		26	de 1 à $2\frac{1}{2}$	30		....	

(1738.)	JUILLET.			AOUST.			SEPTEMBRE.		
Jours.	A 6h ½ du matin.	La plus grande élévation avant & après midi.		A 6h ½ du matin.	La plus grande élévation après midi.		A 6h ½ du matin.	La plus grande élévation après midi.	
	Degr.	*Heures.*	*Degrés.*	*Degr.*	*Heures.*	*Degrés.*	*Degr.*	*Heures.*	*Degrés.*
1	26½	de 2½ à 3¼..	29½	25	de 2½ à 2¾..	29½	24½	à 2½ . . .	26¼
2	26¼	de 1¼ à 3...	30	25½	. . . .		.		
3	26¼	de 2 à 3½..	29½	26	de 1½ à 3 ...	29	24	à 3½ . . .	27¼
4	26½	de 1¾ à 2½..	29¼	. . . .	de 2 à 3¼...	29	*Id.*	à 3¼ . . .	27⅓
5	27	de 2 à 3¼..	29½	26	de 2 à 3...	28¾	24¼	à 3½ . . .	28¼
6	. . . .	à 2.	29	25¾	de 1½ à 3¼..	29	24⅔	à 2½ . . .	29
7	25½	de 2 à 3½..	28½	25⅔	. . . .		25	à 2	27½
8	25¼	de 1½ à 3...	28½	26	de 2¼ à 3½..	29½	. . . .	à 2	28
9	*Id.*	de 2 à 3..	28½	25¾	à 2	28¾	24¾	à 3	28
10	24¾	de 2½ à 3..	28¼	25⅓	de 2 à 3....	28¼	25	à 2	28
11	24½	de 2 à 2½..	28¼	25	de 2 à 3¼...	28	24¾	à 2½ . . .	28¼
12	24¾	à 2½. . . .	29	24⅔	de 1½ à 4...	27	25	à 2¼ . . .	27⅔
13	25	à 2.	29	24¾	de 1½ à 3 ...	27	24	à 2	26½
14	25¼	de 2 à 2½..	29¼	*Id.*	de 2 à 3½..	27¼	23¾	à 3½ . . .	26½
15	25½	de 2¼ à 3¼..	29⅔	. . . .	. . . .		23¼	à 2¾ . . .	26¼
16	*Id.*	de 1½ à 3½..	30	. . . .	de 2½ à 5...	28½	23	à 2	26½
17	. . . .	de 2 à 4...	29½	25	de 2½ à 3 ...	28	23½		
18	25⅔	à 2.	29¾	25½	de 3 à 3½...	29⅔	*Id.*	à 3	26½
19	26	de 1 à 4½..	30	*Id.*	de 2½ à 4½...	29½	24	à 3	26½
20	. . . .	de 1½ à 5 ..	30	25¾	de 1½ à 3 ...	29	24¼	à 3½ . . .	28½
21	25¾	de 2¼ à 4...	30	25½	de 2 à 3¾..	28¾	. . . .	à 2¾ . . .	28
22	26	de 2¼ à 3¼..	29¾	25¼	à 3	28	24½	à 3	27¾
23	*Id.*	à 2.	30	. . . .	à 2½ . . .	27½	25	à 2	28
24	26¼	de 1½ à 3½..	30¼	24¾	de 1¾ à 2½..	27¼	24¾	à 2½ . . .	28⅓
25	26½	de 12 à 4..	30½	. . . .	de 2½ à 3...	27	25	de 1½ à 4...	28¼
26	. . . .	de 1 à 4...	30⅔	23½	de 2¼ à 3...	26¼	*Id.*	de 2 à 4...	28
27	26½	de 2 à 4¼..	30¼	23¼	de 2 à 3½..	25¾	25¼	de 2 à 3½..	28¼
28	26¼	de 2½ à 4...	30¼	23	de 2 à 4 ...	25½	. . . .	à 3¼ . . .	28½
29	25¾	. . . .		*Id.*	de 2½ à 3½..	25½	25	. .	
30	25⅔	de 1 à 4½..	29¾	23½	de 1½ à 2¼..	25	24¾	à 2	28
31	26	de 1 à 4½..	30	24	de 2 à 2½...	26	. . .	. . . .	

M. David

M. David, Directeur pour la Compagnie des Indes au Sénégal, eſt le premier qui nous ait communiqué des obſervations préciſes ſur les chaleurs qui regnent en certain temps dans un pays où nous ſçavions ſeulement qu'elles étoient preſque inſupportables à ceux qui ſont nés dans nos climats. Nous ne pouvons donner actuellement que celles qu'il a faites pendant 31 jours conſécutifs, obſervant réguliérement le Thermometre entre 5 à 6 heures du matin & à 3 heures après midi. Cette ſuite d'obſervations, quoique courte, ſuffit pour nous faire juger que les chaleurs de cette partie de l'Afrique ſont réellement exceſſives.

Obſervations ſur le Thermometre conſtruit ſelon les principes de M. de Reaumur, faites par les 16 degrés de Latitude Nord, & 2 degrés 30 minutes de Longitude, Méridien de l'Iſle de Fer, dans l'Iſle du Sénégal, ſituée ſur le Niger, à deux lieuës dans le Nord de ſon embouchûre, & à un demi-quart de lieuë dans l'Eſt de la Mer, la Côte courant Nord & Sud, ainſi que la Riviére.

Jours des mois.	De 5 à 6 heures du matin.		De midi à 3 heures du ſoir.	
	Vents.	*Degrés.*	*Vents.*	*Degrés.*
	MARS 1738.			
31	N. O.	19 $\frac{2}{3}$	E.	33 $\frac{1}{4}$
	AVRIL.			
1	N.	20	*Id.*	36 $\frac{1}{3}$
2	N. O.	15	N. $\frac{1}{4}$ N. E.	25
3	De N. à N. O.	*Id.*	De N. à N. O.	25
4	*Id.*	15	*Id.*	26
5	S. E.	17	*Id.*	26
6	N.	19 $\frac{1}{2}$	E.	36 $\frac{2}{3}$
7	E.	22 $\frac{1}{2}$	*Id.*	35 $\frac{2}{3}$
8	N. E.	18	N. E.	30
9	De N. à N. O.	15	De N. à N. O.	27
10	N. N. O.	16	E.	35 $\frac{2}{3}$
11	N.	17	*Id.*	36 $\frac{1}{4}$

Jours du mois.	De 5 à 6 heures du matin. Vents.	Degrés.	De midi à 3 heures du soir. Vents.	Degrés.
	AVRIL.			
12	E.	22	E.	38 ¼
13	*Id.*	17	*Id.*	36 ½
14	N.	15	N.	25
15	N. O.	14	N. O.	24
16	*Id.*	14	*Id.*	24
17	*Id.*	15	*Id.*	24
18	N. N. O.	15 ½	N.	28
19	N. O.	15	N. O.	24
20	De N. à N. N. O.	15	De N. à N. N. O.	24
21	*Id.*	15	*Id.*	24
22	*Id.*	15	*Id.*	24
23	*Id.*	15	*Id.*	24
24	*Id.*	16	*Id.*	25
25	*Id.*	16	*Id.*	25
26	*Id.*	16	*Id.*	25
27	O.	17	O.	25
28	*Id.*	17	*Id.*	25
29	O. N. O.	18	O. N. O.	25
30	*Id.*	18 ½	*Id.*	25

La Table précédente nous apprend que le 12 Avril, dans l'Isle du Sénégal, la liqueur du Thermometre étoit élevée à 3 heures après midi, à 38 degrés ¼. Nous devons avoir peine à concevoir que des hommes de notre pays puissent résister à une pareille chaleur, nous qui étouffons, même dans nos appartements, lorsqu'il arrive, ce qui est bien rare, que l'air extérieur fait monter la liqueur du Thermometre aux environs de 29 degrés ½. Voilà 8 degrés ¾ par de-là une chaleur qui nous permet à peine de respirer. Ce qui doit rendre encore les chaleurs du Sénégal plus difficiles à soûtenir que ne sont celles de différents pays, comme celles de Pondichery, par exemple, y fussent-elles aussi excessives, c'est que les variations en sont considérables : le passage

d'un air qui ſeroit tempéré dans la plûpart des pays, à un air brûlant, y eſt aſſés prompt; car on voit dans la Table, que le 15 Avril au matin, la liqueur du Thermometre n'étoit qu'à 14 degrés au Sénégal. La liqueur s'éleve apparemment en certain temps auſſi bruſquement qu'elle étoit deſcenduë dans celui que nous remarquons. L'air à Paris nous paroît fort chaud, quand la liqueur ſe trouve à 24 degrés au deſſus de zero, ou de la congélation. Le froid deviendroit extrémement vif pour nous, ſi d'un jour à l'autre, la liqueur qui étoit montée à ces 24 degrés, deſcendoit à $\frac{1}{4}$ de degrés au deſſous de zero; elle a le même chemin à faire pour deſcendre de 38 degrés $\frac{1}{4}$ à 14. Il eſt vrai que nous ne ſçavons pas ſi l'échelle de nos ſenſations, pour ainſi dire, eſt proportionnée à celle du Thermometre; j'ai cependant remarqué que toutes les fois qu'il ſe fait un changement de quatre degrés, ſoit en montant, ſoit en deſcendant, nous nous appercevions de ce changement; quelque bas que la liqueur fût au deſſous de la congélation, quand elle a remonté de quatre degrés, l'air eſt devenu ſenſiblement plus doux pour nous; & à quelque hauteur qu'elle ſe fût élevée au deſſus de la congélation, quand elle en eſt deſcenduë de quatre degrés, l'air nous paroît être devenu plus frais, ſa chaleur ceſſe d'être ſi incommode; ainſi quatre degrés de marche dans quelque partie que ce ſoit de l'étenduë de l'échelle, produiſent dans la température de l'air, des changements qui ne nous échappent pas; notre ſentiment nous fait juger qu'ils y ſont arrivés. Quatre degrés du Thermometre ſont en quelque ſorte par rapport aux impreſſions faites ſur notre peau, ce qu'eſt un ton par rapport à notre oreille.



OBSERVATIONS DU SOLSTICE D'ETÉ De cette année 1738.

Par M. CASSINI.

LES obſervations que nous avons faites d'Arcturus pour la recherche du mouvement des Etoiles fixes en longitude, nous ont donné le moyen de déterminer le temps du Solſtice d'Eté de cette année 1738 par la Méthode propoſée en dernier lieu par M. Manfredi, dans ſon Traité ſur la Méridienne de S.te Petrone.

Comme nous avions choiſi les temps où le Soleil étoit dans le parallele d'Arcturus, tant avant qu'après les Solſtices, pour trouver la différence entre l'aſcenſion droite du Soleil & celle de cette Etoile, que l'on détermine alors avec plus de préciſion que dans toute autre ſaiſon de l'année, par les raiſons que nous avons rapportées ci-devant, & que l'exactitude que l'on peut attendre de cette Méthode, dépend en partie de celle avec laquelle ces différences ſont obſervées, nous avons cru devoir les préférer à celle des autres Etoiles qui n'ont pas été faites dans des circonſtances auſſi favorables.

Suivant nos obſervations, Arcturus paſſa par le Méridien le 24 Mai 1738, $9^h\ 58'\ 20''\frac{3}{4}$ après le Soleil à la Pendule qui retardoit de $9''\frac{1}{4}$ ſur le moyen mouvement; d'où l'on a conclu ſa différence en aſcenſion droite à l'égard du Soleil à midi, de $150^d\ 0'\ 44''$, la hauteur méridienne apparente du bord ſupérieur du Soleil ayant été obſervée ce jour-là, de $62^d\ 12'\ 45''$, & celle de ſon centre, de $61^d\ 56'\ 54''$.

Le 19 Juillet ſuivant, Arcturus paſſa par le Méridien $6^h\ 8'\ 50''\ 5'''$ & le lendemain $6^h\ 4'\ 50''\ 33'''$ après le Soleil, réduit au temps moyen; d'où l'on a déduit ſa différence d'aſcenſion droite à l'égard du Soleil le 19 Juillet, de $92^d\ 27'\ 40''$, & le 20 Juillet, de $91^d\ 27'\ 37''$.

La hauteur méridienne apparente du bord supérieur du Soleil fut observée le 19 Juillet, de $62^d\ 19'\ 20''$, & le 20 Juillet, de $62^d\ 8'\ 30''$, dont retranchant le demi-diametre du Soleil qui étoit alors de $15^d\ 49'$, reste la hauteur apparente du centre du Soleil le 19, de $62^d 3'\ 31''$, & celle du 20 Juillet, de $61^d\ 52'\ 41''$, plus petite de $4'\ 13''$ que le 24 Mai.

On a eu ici égard à la différence entre le bord & le centre du Soleil, qui n'est pas la même dans ces deux observations, à cause que dans l'une le Soleil étoit plus éloigné de son Apogée que dans l'autre, d'environ 16 degrés, qui produisent une différence dans la hauteur du centre du Soleil, de 2 secondes de degré, que le Soleil employoit alors plus de 4 minutes à parcourir, & qu'on ne doit pas négliger, si l'on peut déterminer à 2 secondes près la hauteur méridienne du Soleil.

Il faut présentement considérer que si l'une de ces hauteurs correspondantes du Soleil observées après le Solstice, avoit été égale à celle du 24 Mai ; le Soleil seroit arrivé au Solstice d'Eté, après avoir décrit la moitié de l'arc compris entre les cercles de déclinaison où il s'est trouvé dans ces deux observations ; mais comme il en étoit éloigné en déclinaison, de $0^d\ 4'\ 13''$, il faut prendre la partie proportionnelle qui convient à cette différence, que l'on trouvera, en faisant, comme $10'\ 50''$, mouvement du Soleil en déclinaison du 19 au 20 Mai, est à $4'\ 13''$, ainsi 24 heures sont à $9^h\ 20'\ 30''$, qui étant retranchées du 20 Juillet à midi, donnent le 19 Juillet à $14^h\ 39'\ 30''$ pour le temps auquel le Soleil auroit eu la même déclinaison que le 24 Mai, si ce mouvement en déclinaison étoit uniforme d'un jour à l'autre ; mais comme il augmentoit alors d'environ 20 secondes par jour, il faut pour une plus grande précision, prendre la partie proportionnelle croissante qui, eu égard à cette augmentation, se trouve de $2''\frac{1}{2}$ que le Soleil parcourt alors en 5 minutes, & qui étant ajoûtée à $14^h\ 39'\ 30''$, à cause que cette déclinaison alloit en augmentant du 19 au 30

Juillet, & que le Soleil a employé moins de temps à décrire un eſpace égal, donne $14^h\ 44'\ 30''$ pour le temps auquel le Soleil avoit la même déclinaiſon que le 24 Mai à midi.

Prenant pour ce temps la différence entre l'aſcenſion droite d'Arcturus & celle du Soleil, on la trouvera de $91^d\ 50'\ 45''$, elle avoit été trouvée le 24 Mai de $150^d\ 0'\ 44''$. La ſomme eſt de $241^d\ 51'\ 29''$, dont la moitié $120^d\ 55'\ 44''\frac{1}{2}$ eſt la différence entre l'aſcenſion droite d'Arcturus & celle du Soleil au temps du Solſtice.

Il faut remarquer ici que quoique l'Etoile ſe ſoit avancée d'environ 7 ſecondes par ſon mouvement en aſcenſion droite depuis le 24 Mai juſqu'au 20 Juillet, cependant ſa différence en aſcenſion droite à l'égard du Soleil au temps du Solſtice, eſt égale à la moitié de la ſomme des différences obſervées avant & après, puiſque dans l'une il y a cette différence plus le mouvement de l'Etoile depuis le jour de l'obſervation juſqu'au Solſtice, & que dans l'autre il y a la différence en aſcenſion droite moins le mouvement de cette Etoile depuis le Solſtice qui l'a précédé.

Il faut préſentement comparer la différence entre l'aſcenſion droite d'Arcturus & celle du Soleil trouvée pour le temps du Solſtice à celle qui réſulte de l'obſervation du 20 Juin, ſuivant laquelle Arcturus paſſa par le Méridien $8^h\ 7'\ 40''\ 25'''$ après le Soleil, temps moyen, ce qui donne ſa différence en aſcenſion droite, de $122^d\ 15'\ 8''$. On avoit trouvé cette différence au Solſtice, de $120^d\ 55'\ 44''\frac{1}{2}$. La diſtance du Soleil au Solſtice étoit donc de $1^d\ 19'\ 23''\frac{1}{2}$ que le Soleil parcourt en un jour $6^h\ 33'$, ce qui donne le Solſtice d'Eté de cette année 1738, le 21 Juin à $6^h\ 33'$ du ſoir, préciſément de même qu'il eſt marqué dans la Connoiſſance des Temps.

On l'auroit trouvé à $6^h\ 29'$, ſi on n'avoit pas eu égard à la variation du diametre du Soleil & à l'augmentation de la déclinaiſon, dans les obſervations que l'on a comparées enſemble, & dont l'on a cependant cru devoir tenir compte pour une plus grande préciſion.

Et elle auroit été encore plus petite d'environ une demi-

minute, si on avoit eu égard à l'aberration d'Arcturus en ascension droite dans le temps de chaque observation qui résulte de la Méthode qui a été donnée par M. Clairaut.

Pour ce qui est de la hauteur solsticiale du Soleil, nous l'avons déterminée par les observations des 20, 21 & 22 Juin, dont la première & la dernière ont été faites à la Méridienne, & celle du 21 Juin par le Quart-de-cercle fixe.

Suivant la premiére de ces hauteurs, la déclinaison du Soleil étoit de 23^d 27′ 58″ ½, auxquels ajoûtant 20 secondes qui répondent à la distance où il étoit du Solstice, on aura l'Obliquité de l'Ecliptique, de 23^d 28′ 18″ ½.

Suivant la seconde, la déclinaison du Soleil étoit de 23^d 28′ 18″, à laquelle ajoûtant une seconde pour la distance au Solstice, l'Obliquité de l'Ecliptique sera de 23^d 28′ 19″.

Enfin suivant la troisiéme, la déclinaison du Soleil étoit de 23^d 28′ 14″, à laquelle ajoûtant 6 secondes pour la distance du Soleil au Solstice, qui étoit arrivé entre le 21 & le 22, on aura l'Obliquité de l'Ecliptique, de 23^d 28′ 20″.



OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES
FAITES A L'OBSERVATOIRE ROYAL PENDANT L'ANNEE M. DCCXXXVIII.

Par M. CASSINI.

I.

Obſervations ſur la quantité de Pluye.

10 Janvier 1739.

	pouc.	lign.		pouc.	lign.
EN Janvier..	1	1 $\frac{1}{2}$	En Juillet.....	0	7 $\frac{5}{6}$
Février....	0	6	Août......	1	5 $\frac{5}{6}$
Mars......	1	9 $\frac{2}{3}$	Septembre..	1	0 $\frac{2}{3}$
Avril.....	1	1 $\frac{1}{3}$	Octobre....	1	1 $\frac{2}{3}$
Mai......	3	7 $\frac{5}{6}$	Novembre..	0	6
Juin......	1	6 $\frac{1}{4}$	Décembre..	0	2 $\frac{1}{3}$
	9	8 $\frac{2}{3}$		5	0 $\frac{1}{3}$

Donc la ſomme totale de la pluye eſt de 14 pouc. 9 lign. un peu moins que l'année précédente, où il en eſt tombé 15 pouc. $\frac{1}{3}$ de ligne, ce qui eſt moins que l'année commune, que l'on a déterminée de 17 pouces 6 lignes.

La pluye tombée dans les ſix premiers mois, a été de 9 pouc. 8 lign. $\frac{2}{3}$, plus grande de 4 pouc. 8 lign. $\frac{1}{3}$ que celle qui eſt tombée dans les ſix derniers mois, qui eſt de 5 pouc. 0 ligne $\frac{1}{3}$.

Il paroît par la comparaiſon de ces obſervations, que la pluye a été diſtribuée dans les mois de l'année d'une maniére bien différente de celle qui s'obſerve le plus ſouvent : car dans le mois de Mai, qui paſſe pour un des plus ſereins de l'année, on y a meſuré près de 3 pouces 8 lignes d'eau, ce qui égale à peu-près la quantité de pluye que l'on a obſervée en Juin, Juillet & Août, qui ſont les mois où il tombe ordinairement

ordinairement plus de pluye causée par les orages qui arrivent dans cette saison.

C'est peut-être ce dérangement qui a été en partie cause du peu d'abondance dans la récolte des Grains de cette année, qui a été fort médiocre dans plusieurs Provinces de la France.

I I.

Sur le Thermometre.

On se sert à l'Observatoire de divers Thermometres pour observer les différents degrés du chaud & du froid, dont le premier, qui s'est conservé depuis plus de 60 ans, est placé dans la Tour orientale qui est découverte. Le second est un grand Thermometre de M. de Reaumur, que l'on a mis tout proche du premier, pour les comparer ensemble. Le troisiéme est un petit Thermometre de la même construction, placé contre le mur de la fenêtre septentrionale de la même Tour, à l'air extérieur.

Suivant le premier de ces Thermometres, le plus grand froid de l'année 1738 est arrivé le matin du 8 Janvier, le temps étant serein au Nord, la liqueur est descenduë à 21 degrés $\frac{1}{2}$. Celui de M. de Reaumur qui est tout proche, marquoit 994 $\frac{1}{3}$, c'est-à-dire, 5 degrés $\frac{2}{3}$ au dessous de la congélation de l'eau, & celui qui est à l'air extérieur, 6 degrés.

La plus grande chaleur de l'Eté est arrivée le mardi 5 Août, & elle s'est fait sentir le même jour en diverses Provinces de la France, comme une des plus grandes qu'on y ait remarquée.

L'ancien Thermometre marquoit 82 $\frac{1}{4}$; celui qui est proche, 1029 $\frac{1}{2}$, & celui qui est à l'air extérieur, 27 degrés au dessus de la congélation de l'eau.

I I I.

Sur le Barometre.

Le Barometre a été en 1738 à sa plus grande hauteur

le 30 Janvier, le 5 & le 17 Février, le Mercure étant monté ces jours-là à 28 pouces 6 lignes $\frac{1}{2}$.

Il a été le plus bas le 22 Mars, le Mercure étant à 27 pouces 1 ligne $\frac{1}{2}$.

IV.

Déclinaison de l'Aiguille aimantée.

Le 28 Mars, la déclinaison de l'Aimant a été observée, avec une Aiguille de 4 pouces, de 15 degrés 10 minutes au Nord-ouest.



ERRATA pour les Mém. de 1722, p. 6, &c. & 1723, p. 343, &c. *sur la Réflexion des corps*, selon l'avertissement ci-dessus, p. 8, de la présente année.

1722.

Page	*Ligne*	
8.	*dern.*	qu'il, *lisés* que ce mouvement.
9.	*4.*	*effacés* pure.
11.	*11.*	Quelques, *lis.* Quelque.
12.	*10.*	continument, *lis.* continuellement.
	30.	rende, *lis.* rend.
14.	*15.*	VI. *lis.* IV.
	26.	1.° Que le corps, *lis.* 1.° Qu'il y aura un instant où le corps.
15.	*7.*	du centre *C*, *lis.* du centre *G*.
16.	*antepen.*	telle autre figure, *lis.* tel autre sphéroïde.
17.	*16.*	lesquelles, *lis.* qui.
21.	*32.*	l'hypothenuse, *lis.* l'hypoténuse.
	Ibid.	sur elles, *lis.* sur cette hypoténuse.
22.	*26.*	l'hypothenuse, *lis.* l'hypoténuse.
29.	*8 & 9.*	*effacés* ; laquelle deviendra à son tour l'expression directe de l'angle de réfraction.
Ibid.	*27.*	*lis.* de direction par rapport au plan.
37.	*penult.*	$pp \pm xp - yy$, *lis.* $pp \pm 2xp + yy$.
39.	*18.*	$= \Sigma\zeta$, *lis.* $= Z\zeta$.
40.	*1.*	circulaire, *lis.* circulaire ou de rotation.
41.	*19.*	$-\surd$, *lis.* $\surd$.
44.	*3.*	$-yy \times \overline{1 + \frac{SS}{\Sigma\Sigma}}$, *lis.* $yy \times \overline{1 - \frac{SS}{\Sigma\Sigma}}$.
Ibid.	*8.*	ce mouvement, *lis.* le mouvement de chacune.
45.	*2.*	*effacés*, de l'univers.

1723.

Page	*Ligne*	
344.	*10.*	*ajoûtés au titre*, & de la Réfraction.
346.	*15.*	$= CX$, *lis.* $= Cx$.
347.	*8.*	l'application, *lis.* l'explication.

Page	Ligne	
353.	dern.	$pp \pm xp - yy$, *lis.* $pp \pm 2xp + yy$.
354.	3.	$pp \pm xp - \overline{xx + zz}$, *lis.* $pp \pm 2xp + \overline{xx + zz}$.
Ibid.	4.	*écrivés en marge, vis-à-vis l'art. XLIII.* Fig. 16. *&* *effacés-le vis-à-vis la ligne 25.*
	antepen.	(pour $p = \pm 2x$) *lis.* (pour $p = + 2x$).
359.	26.	ou $x - p = 0$, *lis.* ou $x + p = 0$.
363.	23.	*lis.* Art. XLVI.
364.	13.	l'erreur, *lis.* l'erreur *, *& écrivés en marge,* * Journ. des Sçav. 1691. 41.me Journ.
366.	33.	$(x - p)$ *lis.* (x) *en effaçant* $-p$.
376.	24.	de 3 à 1, *lis.* de 5 à 1.
Ibid.	28.	d'un $\frac{1}{6}$, *lis.* de $\frac{1}{5}$.
379.	11.	$T = 2DY$, *lis.* $T = DY$.
Ibid.	12.	$\vartheta = 2DY$, *lis.* $\vartheta = DY$.
380.	14.	XLVI. *lis.* LXVI.
381.	antepen.	l'Algorisme, *lis.* l'Algorithme.

1738.

7.	dern.	jusqu'au CXVIII. *lis.* jusqu'au CXX.





